

31.000000 11779



TUGAS AKHIR

ANALISIS STATISTIKA TERHADAP FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES PRODUKSI SEMEN DI PT. SEMEN GRESIK SERTA MENDUGA FUNGSI PRODUKSINYA



RSst
519.535.4
Nov
2-1
1999

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	26-6-2000
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	21.192

Disusun oleh :

FIRSTIA NOVITA
NRP. 1395 030 037

PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999

**ANALISIS STATISTIKA TERHADAP FAKTOR-FAKTOR
YANG MEMPENGARUHI PROSES PRODUKSI SEMEN
DI PT. SEMEN GRESIK SERTA MENDUGA
FUNGSI PRODUKSINYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Menyelesaikan Program Studi Diploma III Statistika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun oleh :

FIRSTIA NOVITA
NRP. 1395 030 037

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999**

**ANALISIS STATISTIKA TERHADAP FAKTOR-FAKTOR
YANG MEMPENGARUHI PROSES PRODUKSI SEMEN
DI PT. SEMEN GRESIK SERTA MENDUGA
FUNGSI PRODUKSINYA**

Surabaya, Februari 1999

Disetujui oleh
Pembimbing



Drs. I NYOMAN LATRA, MS.

NIP. 130 701 283

Diketahui

Ketua Program Studi Diploma III
Jurusan Statistika FMIPA - ITS



Ir. SETIAWAN, MS

NIP. 131 651 428

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1999**

ABSTRAK
 ANALISIS STATISTIK TERHADAP FAKTOR-FAKTOR
 YANG MEMPENGARUHI PROSES PRODUKSI SEMEN DI PT. SEMEN GRESIK
 SERTA MENDUGA FUNGSI PRODUKSINYA

Oleh : Firstia Novita
 Nrp : 1395 030 037
 Dosen Pembimbing : Drs. I Nyoman Latra, MS

Karena pengaruh tekanan inflasi, beberapa rencana pembangunan proyek Pemerintah di bidang sarana dan prasarana dibatalkan atau ditunda pelaksanaannya, sementara proyek swastapun tertunda. Konsumsi tahun 1997 yang semula diperkirakan akan meningkat di atas 10% dari tahun 1996, dalam kenyataannya hanya meningkat 7,9%. Keadaan ini pada tahun 1998 berkembang lebih berat. Dengan demikian persaingan di dalam negeri akan semakin ketat, sehingga setiap produsen akan mencari peluang untuk ekspor guna menyalurkan kapasitas produksinya.

Oleh karena itu pihak perusahaan harus pintar-pintar dalam menggunakan faktor-faktor produksinya, untuk mencapai tujuan itu diperlukan suatu alat yang dapat digunakan untuk menganalisis produksi.

Dari uraian di atas, penelitian ini dilakukan guna mendapatkan model untuk menduga fungsi produksi semen Gresik.

Dari penelitian ini didapatkan bahwa terjadi kasus multikolinearitas pada kedua metode yang digunakan (OLS dan Cobb-Douglas). Untuk mengatasi kasus tersebut digunakan dua metode yaitu PCA dan Ridge Regression, lalu kemudian kedua metode tersebut dibandingkan. Setelah dilakukan analisis ternyata metode analisis komponen utama adalah yang terbaik, baik untuk model OLS maupun untuk model Cobb-Douglas. Kemudian kami membandingkan lagi antara model OLS dan Cobb-Douglas, ternyata model yang terbaik adalah model Cobb-Douglas. Model yang di dapat adalah :

$$\hat{Y} = 276,995 (X_1 X_2 X_3 X_4)^{0,046} X_5^{0,125} X_6^{0,173} X_7^{0,024} X_8^{0,019} X_9^{0,068}$$

Diperoleh kesimpulan bahwa fungsi produksi dipengaruhi oleh bahan baku semen yaitu batu kapur, tanah liat, pasir besi, pasir silika, dan gypsum, biaya pemakaian listrik, biaya pemakaian bahan bakar, upah/gaji pegawai dan biaya produksi. Dimana variabel bahan baku batu kapur, tanah liat, pasir besi dan pasir silika merupakan satu satuan.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohim,

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di PT. Semen Gresik (PERSERO).

Pelaksanaan Tugas akhir ini merupakan syarat wajib bagi mahasiswa untuk dapat lulus di Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini, perkenankanlah penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Mama, kedua adikku Yandik dan Bram atas doa dan dukungannya yang tak terhingga.
2. Teman-temanku, Betty, Ursulla, Santi, Anis, Luluk, Lut, Astri, dan seluruh warga D3 Statistik'95 yang nggak bisa disebutkan semua.
3. Bapak Ir. Setiawan, MS , selaku Ketua Program Diploma III Statistik.
4. Ibu Dra. Ismaini Zain, MS, selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Drs. I Nyoman Latra, MS, selaku Dosen Pembimbing, yang telah membimbing dan mengarahkan selama mengerjakan Tugas Akhir.

6. Bapak Drs. Toddy Siburian, selaku Kabag Pendidikan dan Pelatihan di PT. Semen Gresik (PERSERO).
7. Bapak Dadan Duparman, ST, selaku Kasi Perencanaan Pemasaran yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama kami mengambil data sekunder di perusahaan PT. Semen Gresik (PERSERO).

Kami menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangannya oleh karena itu kami mengharap kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan laporan ini. Mudah-mudahan Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pembaca.

Surabaya, Januari 1999

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Fungsi Produksi	5
2.1.1 Konsep dan Definisi	5
2.1.2 Elastisitas Produksi	6
2.1.3 Fungsi Produksi Model Cobb-Douglas	6
2.2 Analisis Regresi	8
2.2.1 Pendahuluan	8
2.2.2 Metode Kuadrat Terkecil Biasa (OLS)	9

2.2.3 Regresi Linear Berganda	11
2.2.4 Analisis Varians dan Pengujian Parameter	12
2.2.4.1 Analisis varians	12
2.2.4.2 Pengujian Parameter	13
2.2.4.3 Koefisien Determinasi	15
2.3 Asumsi Klasik	16
2.3.1 Heterokedastisitas	16
2.3.2 Autokorelasi	18
2.3.3 Kenormalan Data	21
2.3.4 Multikolinearitas	22
2.4 Analisis Komponen Utama	24
2.5 Regresi Gulud	26
2.5.1 Menaksir Parameter Regresi Gulud	26
2.5.2 Galat Kuadrat Tengah (Mean Square Error)	28
BAB III BAHAN DAN METODOLOGI	
3.1 Sumber Data	30
3.2 Metodologi	31
3.2.1 Spesifikasi Model	31
3.2.2 Teknik Pengolahan Data	32
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Data	34
4.1.1 Pendugaan Fungsi Produksi Dengan Menggunakan Metode OLS	34
4.1.1.1 Pengujian Terhadap Koefisien Regresi	34
4.1.1.2 Penelusuran Asumsi-asumsi	36

4.1.1.3 Analisis Komponen Utama	39
4.1.1.4 Regresi Gulud	44
4.1.2 Pendugaan Fungsi Produksi Dengan Menggunakan Metode Cobb- Douglas	50
4.1.2.1 Pengujian Terhadap Koefisien Regresi	51
4.1.2.2 Penelusuran Asumsi-asumsi	53
4.1.2.3 Analisis Komponen Utama	55
4.1.2.4 Regresi Gulud	60
4.2 Pembahasan	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Analysis of Varians (ANOVA)	13
Tabel 4.1 Anova (OLS) Fungsi Produksi	35
Tabel 4.2 Uji Parsial (OLS) Fungsi Produksi	36
Tabel 4.3 Anova (PCA) Metode OLS	42
Tabel 4.4 Uji Parsial (PCA) Metode OLS	42
Tabel 4.5 Anova (Ridge Regression) Metode OLS	47
Tabel 4.6 Uji Parsial (Ridge Regression) Metode OLS	48
Tabel 4.7 Anova (Cobb-Douglas) Fungsi Produksi	51
Tabel 4.8 Uji Parsial (Cobb-Douglas) Fungsi Produksi	52
Tabel 4.9 Anova (PCA) Metode Cobb-Douglas	58
Tabel 4.10 Uji Parsial (PCA) Metode Cobb-Douglas	59
Tabel 4.11 Anova (Ridge Regression) Metode Cobb-Douglas	63
Tabel 4.12 Uji Parsial (Ridge Regression) Metode Cobb-Douglas	64
Tabel 4.13 Perbandingan Antara OLS, Cobb-Douglas, PCA dan Ridge Regression	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Statistik d Durbin Watson	20

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data asli Fungsi Produksi Semen Gresik Tahun 1996-1997
- Lampiran 2 Data Fungsi Produksi Semen Gresik Dalam Bentuk Log Normal
- Lampiran 3 Penelusuran Asumsi (Model OLS)
- Lampiran 4 PCA (Model OLS)
- Lampiran 5 Regresi Gulud (Model OLS)
- Lampiran 6 Penelusuran Asumsi (Model OLS) Setelah Dilakukan PCA
- Lampiran 7 Pemelusuran Asumsi (Model Cobb-Douglas)
- Lampiran 8 PCA (Model Cobb-Douglas)
- Lampiran 9 Regresi Gulud (Model Cobb-Douglas)
- Lampiran 10 Penelusuran Asumsi (Model Cobb-Douglas) Setelah Dilakukan PCA

TUGAS AKHIR



BAB I PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan di sektor industri, baik untuk industri kecil, sedang, maupun industri besar tidak terlepas dari pertumbuhan dan perkembangan informasi. Sedangkan perkembangan informasi banyak dikaitkan dengan statistik, karena statistik dapat menyajikan informasi dalam bentuk gambar, grafik, tabel dan lain-lain di segala bidang ilmu pengetahuan. Sebagai contoh kegunaan statistik sebagai media informasi dalam sektor industri antara lain di dalam penentuan standar mutu produksi suatu pabrik, memperkirakan penjualan, memperkirakan keuntungan, dan masih banyak lagi hal-hal yang lainnya. Tetapi pada kenyataannya statistik masih jarang digunakan, baik dalam industri kecil, sedang maupun dalam industri besar.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian ini bermaksud untuk menerapkan statistik dalam sektor industri agar statistik lebih jelas kegunaannya dan disadari betapa pentingnya statistik dalam membantu menentukan kebijakan-kebijakan maupun keputusan-keputusan yang ditetapkan oleh pabrik yang bersangkutan. Perlu diketahui bahwa banyak pabrik maupun para pengusaha dalam pengambilan

keputusan hanya berdasarkan pengalaman saja sehingga tidak jarang keputusan yang diambil menyimpang dari apa yang diperkirakan.

Selama lima tahun terakhir, perekonomian Indonesia berkembang dengan tingkat pertumbuhan yang tinggi, yaitu rata-rata di atas 7% pertahun. Dalam tahun 1997, pertumbuhan tersebut terhambat oleh karena adanya gejolak moneter berupa melonjaknya nilai tukar mata uang asing sejak bulan Juli 1997. Keadaan ini berlangsung sampai tahun 1998 dengan dampak yang lebih luas berupa kenaikan inflasi, kenaikan tingkat bunga yang diikuti dengan menurunnya kegiatan ekonomi di segala bidang.

Untuk membatasi pengaruh tekanan inflasi, beberapa rencana pembangunan proyek Pemerintah di bidang sarana dan prasarana dibatalkan atau ditunda pelaksanaannya, sementara proyek-proyek swasta tertunda mengingat tingginya tingkat bunga dan menurunnya daya beli masyarakat. Hal ini dengan sendirinya mempengaruhi kebutuhan akan semen. Konsumsi tahun 1997 yang semula diperkirakan akan meningkat di atas 10% dari tahun 1996, dalam kenyataannya hanya meningkat 7,9%. Keadaan ini pada tahun 1998 berkembang lebih berat. Dengan demikian persaingan di dalam negeri akan semakin ketat, sehingga setiap produsen akan mencari peluang untuk ekspor untuk menyalurkan kapasitas produksinya.[1]

Pasokan semen di pasar domestik Indonesia hingga saat ini didominasi oleh tiga produsen semen terbesar, yakni

Perseroan (Semen Gresik), PT Indocement Tungal Prakasa (ITP) dan PT Cibinong (PTSC), masing-masing dengan pangsa pasar, yakni 37,8% disusul dengan ITP 34,4% dan PTSC 15,7%. [1]

1.2. Perumusan Masalah

Seperti apa yang telah diuraikan di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengamati perilaku dari variabel yang penting, dimana variabel yang digunakan adalah variabel jumlah produksi semen selama suatu periode tertentu, variabel bahan baku (batu kapur, tanah liat, pasir besi, pasir silika, dan gypsum), variabel biaya pemakaian listrik, variabel pemakaian bahan bakar, variabel upah pegawai, dan variabel biaya operasional. Dengan demikian yang menjadi pokok permasalahan adalah bagaimana menduga dan membentuk model fungsi produksinya.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai adalah mencari pola hubungan antara faktor-faktor produksi yang berpengaruh terhadap produksi semen di PT. Semen Gresik (Persero) untuk produksi semen.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui perilaku output (produksi semen selama periode tertentu) dan perilaku input (faktor-faktor produksi).
2. Pabrik yang bersangkutan dapat memperkirakan perlu tidaknya menambah produksi atau mengadakan ekspansi dan perbaikan yang lain seperti menambah bahan baku, menambah tenaga kerja dan lain-lain.

1.5. Batasan Penelitian

1. Penelitian ini dikhususkan untuk menganalisis produksi semen pada tahun 1996-1997.
2. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari PT. SEMEN GRESIK (PERSERO).
3. Penelitian ini menggunakan model ekonometrik.

TUGAS AKHIR



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fungsi Produksi

2.1.1. Konsep dan Definisi

Fungsi produksi adalah hubungan antara input sumber daya (faktor produksi) dari perusahaan dan outputnya yang berupa barang (produk) per-unit [4]. Fungsi ini menunjukkan kemungkinan produksi yang paling efisien dan tersedia bagi perusahaan.

Hubungan antara input dan output ini dapat diformulasikan oleh sebuah fungsi produksi yang dalam bentuk matematisnya dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y = f(x_1, x_2, x_3) \quad \text{.....(2.1)}$$

dimana : Y = output yang dihasilkan selama suatu periode tertentu

x_1 = kapital (modal)

x_2 = tenaga kerja

x_3 = material (bahan baku)

Bentuk persamaan suatu fungsi produksi selain berbentuk persamaan model linear biasa juga dapat berbentuk suatu persamaan model Cobb-Douglas. Model Cobb-Douglas ini sering digunakan pada pendugaan fungsi produksi pada industri, karena memudahkan interpretasi ekonominya.

2.1.2. Elastisitas Produksi

Elastisitas produksi adalah suatu ukuran kepekaan yang menyatakan berapa besar perubahan output (barang yang diproduksi) sebagai akibat adanya perubahan input atau berapa persen perubahan output sebagai akibat penambahan input sebesar satu persen (Walter, 1991). Secara matematis elastisitas produksi dapat dituliskan sebagai berikut :[3]

$$Ep = \frac{\partial y}{\partial x} \cdot \frac{x}{y} \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana : Ep = elastisitas produksi

Y = nilai output

X = nilai input

∂y = perubahan jumlah output

∂x = perubahan jumlah input

Nilai Ep ini tergantung dari model fungsi produksinya. Biasanya berbeda untuk skala produksi yang berbeda. Nilai Ep pada kondisi "rasional" berada $0 < Ep < 1$. Jika nilai $Ep > 1$ berarti perlu ada penambahan untuk sejumlah produk yang diproduksi dan sebaliknya jika $Ep < 0$ maka perlu adanya pengurangan sejumlah produk dalam proses produksi.

2.1.3. Fungsi Produksi Model Cobb-Douglas

Fungsi produksi Cobb-Douglas untuk suatu persamaan atau fungsi yang melibatkan dua variabel atau lebih dimana variabel yang satu disebut variabel yang dijelaskan

(variabel Y) sedangkan variabel yang lain disebut variabel yang menjelaskan (variabel X). Secara matematis fungsi Cobb-Douglas dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y = b_0 X_1^{b_1} X_2^{b_2} e^{\epsilon} \quad \text{.....(2.3)}$$

dimana : Y = variabel yang dijelaskan

X_i = variabel yang menjelaskan

b_i = elastisitas produk

ϵ = variabel pengganggu

e = bilangan pokok dari logaritma natural

b_0 = indeks efisiensi

Parameter b_0 merupakan indeks efisiensi yang mencerminkan hubungan antara kuantitas produksi dengan faktor produksi secara bersama-sama. Hal ini berarti efisiensi produksi secara keseluruhan tercermin pada besar kecilnya nilai b_0 . Semakin besar nilai b_0 berarti semakin besar pula tingkat efisiensi produksi yang dihasilkan.

Dalam model fungsi produksi Cobb-Douglas nilai penjumlahan antara b_1 dan b_2 menunjukkan "return to scale" atau derajat perubahan output apabila semua input-inputnya diubah dengan proporsi yang sama. Ada tiga macam return to scale yaitu : [5]

1. Decreasing return to scale, bila $(b_1+b_2) < 1$ artinya proporsi penambahan faktor produksi melebihi proporsi perubahan produksi.

2. Constant return to scale, bila $(b_1+b_2) = 1$ artinya proporsi penambahan faktor produksi proporsional dengan penambahan produksi yang diperoleh.
3. Increasing return to scale, bila $(b_1+b_2) > 1$ artinya proporsi penambahan faktor produksi akan menghasilkan penambahan produksi yang proporsinya lebih besar.

2.2. Analisis Regresi

2.2.1. Pendahuluan

Analisis regresi berkenaan dengan studi ketergantungan suatu variabel tak bebas (dependent variable) pada satu atau lebih variabel bebas (independent variable). Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel tak bebas (variabel respon).

Dalam penulisannya variabel bebas dinotasikan dengan X dan variabel tak bebas dinotasikan dengan Y. Sedangkan hubungan kedua variabel tersebut secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y = f(X) \quad \text{.....(2.4)}$$

artinya nilai Y merupakan fungsi dari X.

Jika ditinjau dari banyaknya variabel bebas yang digunakan maka model regresi linear dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Regresi Linear Sederhana

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + e \quad \text{.....(2.5)}$$

2. Regresi Linear Berganda

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad \text{.....(2.6)}$$

Sedangkan menurut pola hubungan parameternya, ada dua macam model yaitu :

1. Regresi Linear

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon \text{ (regresi linear berorder 1) } \quad \text{.....(2.7)}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2^2 + \varepsilon \text{ (regresi linear berorder 2) } \quad \text{.....(2.8)}$$

2. Regresi Non Linear

a. Bisa ditranformasi dalam bentuk linear

$$Y = \beta_0 X^{\beta_1} \varepsilon \longrightarrow \ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \ln \varepsilon \quad \text{.....(2.9)}$$

$$Y^* = \beta_0^* + \beta_1 X_1^* + \varepsilon^* \quad \text{.....(2.10)}$$

b. Tidak bisa ditransformasi

$$Y = \beta_0 X^{\beta_1} + \varepsilon \quad \text{.....(2.11)}$$

Persamaan di atas tidak dapat di transformasi, karena adanya tanda penjumlahan pada persamaan.

2.2.2. Metode Kuadrat Terkecil Biasa (OLS)

Metode ini mengatakan bahwa berdasarkan nilai observasi X dan Y sebanyak n buah, kita akan menentukan nilai β_0 dan β_1 sedemikian rupa sehingga $\sum e_i^2 = \sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2 = \text{minimum}$, $\sum e_i^2$ = jumlah kuadrat galat. Dari uraian di atas dapat dikatakan bahwa fungsi Metode Kuadrat Terkecil yaitu meminimumkan jumlah kuadrat galat ($\sum e_i^2$).

Penggunaan matrik dalam model regresi linear membuat penulisan simbol-simbol yang digunakan dalam regresi linear menjadi lebih ringkas, sehingga lebih efisien. Untuk model regresi k variabel, kita tulis sebagai berikut :

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \dots + \beta_k X_{1k} + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = \beta_0 + \beta_1 X_{21} + \dots + \beta_k X_{2k} + \varepsilon_2$$

.

.

.

$$Y_n = \beta_0 + \beta_1 X_{n1} + \dots + \beta_k X_{nk} + \varepsilon_n$$

Sehingga apabila ditulis dalam notasi matrik, menjadi :

$$Y = X \beta + \varepsilon \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

dimana :

Y = vektor kolom n komponen

X = matrik berukuran n x (k+1)

β = vektor kolom dengan k x 1 komponen

ε = vektor kolom dengan n komponen

k = banyaknya variabel bebas

n = banyaknya pengamatan

dari persamaan (2.12), didapatkan :

$$\varepsilon = Y - X \beta \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Maka jumlah kuadrat galatnya menjadi :

$$\begin{aligned} e'e &= (Y - X \beta)' (Y - X \beta) \\ &= Y' Y - \beta' X' Y - Y X \beta + \beta' X' X \beta \\ &= Y' Y - 2 \beta' X' Y + \beta' X' X \beta \end{aligned}$$

Prinsip metode kuadrat terkecil adalah meminimumkan jumlah kuadrat galat dengan jalan menurunkan $e'e$ terhadap β secara parsial, sehingga diperoleh :

$$\frac{\partial(e'e)}{\partial\beta} = -2X'Y + 2X'X\beta = 0 \quad \text{.....(2.14)}$$

Parameter $\hat{\beta}$ akan dituliskan dengan b dan galat \hat{e} dengan e sehingga menjadi :

$$\frac{\partial(e'e)}{\partial b} = -2X'Y + 2X'Xb = 0$$

$$X'Xb = X'Y$$

$$(X'X)^{-1} = (X'X)^{-1} X'Y$$

$$b = (X'X)^{-1} X'Y$$

Y_t merupakan persamaan normal dengan syarat $|X'X| \neq 0$ atau $X'X$ adalah matrik non singular.

2.2.3. Regresi Linear Berganda

Model regresi linear berganda mempunyai lebih dari satu variabel bebas, misalkan k variabel bebas. Secara umum model tersebut dapat ditulis :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon_1 \quad \text{.....(2.15)}$$

dimana :

Y : variabel tak bebas (dependent variable)

X : variabel bebas (independent variable)

β_0 : intersep, yaitu titik potong antara garis regresi dengan sumbu tegak Y atau merupakan nilai rata-rata Y jika semua variabel bebas X bernilai nol.

β_i : slope, menyatakan besarnya penambahan atau pengurangan Y untuk setiap penambahan satu unit X_i ($i = 1, 2, 3, \dots, k$).

e : residual, yaitu selisih nilai respon yang sesungguhnya dengan nilai taksiran yang diperoleh dari model.

2.2.4. Analisis Varians dan Pengujian Parameter

2.2.4.1. Analisis Varians

Teknik analisis varians pada prinsipnya adalah menguraikan jumlah kuadrat total (Sum Square Total = SST) dua komponen, yaitu jumlah kuadrat regresi (Sum Square Regression = SSR) dan jumlah kuadrat galat (Sum Square Error = SSE). Jadi dengan perkataan lain dapat ditulis :

$$\begin{bmatrix} \text{Jumlah Kuadrat} \\ \text{Total} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Jumlah Kuadrat} \\ \text{Regresi} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{Jumlah Kuadrat} \\ \text{Error} \end{bmatrix}$$

$$\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad \text{.....(2.16)}$$

dengan derajat bebas untuk SST, SSR, dan SSE masing-masing sebesar $(n-1)$, (k) , dan $(n-k-1)$. Dan apabila ditulis dalam bentuk tabel adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Analysis of Varians (ANOVA)

Sumber varians	Derajat bebas (db)	Sum of Squares	Mean Squares	F-ratio
Regression	k	SSR	$MSR = SSR/k$	$\frac{MSR}{MSE}$
Error	n-k-1	SSE	$MSE = \frac{SSE}{n-k-1}$	
Total	n-1	SST		

2.2.4.2. Pengujian Parameter

Pengujian parameter ini dilakukan untuk mengetahui apakah variabel bebas berpengaruh atau tidak terhadap variabel tak bebas, baik secara individu maupun secara serentak.

a. Pengujian secara serentak dilakukan dengan uji F yang hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$$

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_j \neq 0$, untuk $j=1,2,3,\dots,k$

Statistik ujinya :

$$F_{hitung} = \frac{MS}{S^2}$$

Sehingga pada suatu tingkat signifikansi α tertentu, F_{hitung} dapat dibandingkan dengan suatu nilai F yang bersesuaian untuk tingkat signifikansi α tertentu dari tabel distribusi F, yaitu $F_{k,n-k-1,\alpha}$.

Kesimpulan :

Tolak H_0 apabila $F_{rasio} > F_{k,n-k-1,\alpha}$, yang berarti paling sedikit ada satu variabel X_i yang memberikan pengaruh yang berarti terhadap respon (Y).

Terima H_0 apabila $F_{rasio} \leq F_{k,n-k-1,\alpha}$, yang berarti semua variabel X_i tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap respon (Y).

Setelah parameter regresi tersebut diuji secara serentak dan ternyata H_0 ditolak maka perlu diadakan pengujian parameter regresi secara individu atau parsial. Pengujian koefisien regresi secara individu ini dimaksudkan untuk menentukan variabel mana yang berarti dengan menganggap variabel bebas yang lain konstan.

- b. Pengujian secara individu dilakukan dengan uji t dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, 3, \dots, k$$

Statistik ujinya :

$$t_{hitung} = \frac{b_j}{sd(b_j)}, \text{ dengan } t_{(n-k-1)/\alpha/2}$$

dimana :

b_j : koefisien regresi variabel bebas ke-j.

$sd(b_j)$: simpangan baku dari b_j .

Sehingga pada suatu tingkat signifikansi α tertentu t_{rasio} dapat dibandingkan dengan suatu nilai t yang bersesuaian

untuk tingkat signifikansi α tertentu dan tabel distribusi t, yaitu $t_{(n-k-1)/\alpha/2}$.

Kesimpulan :

Tolak H_0 apabila $|t_{\text{rasio}}| > t_{(n-k-1)/\alpha/2}$, berarti variabel ke-i ($X_i; i = 1, 2, \dots, k$) memberikan pengaruh yang berarti terhadap respon (Y).

Terima H_0 apabila $|t_{\text{rasio}}| \leq t_{(n-k-1)/\alpha/2}$, berarti variabel ke-i ($X_i; i = 1, 2, \dots, k$) tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap respon (Y).

2.2.4.3. Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi merupakan ukuran ketepatan suatu garis regresi yang diterapkan terhadap suatu kelompok data hasil observasi. Makin besar nilai R^2 makin tepat garis regresi tersebut mewakili data observasi. R^2 juga digunakan untuk mengukur besarnya sumbangan variabel X terhadap variasi Y. Selain itu R^2 juga digunakan untuk mengukur proporsi keragaman atau variasi total disekitar nilai tengah \bar{Y} yang dapat dijelaskan oleh regresi. Ukuran ini sering diucapkan sebagai presentase. Nilai R^2 terletak antara 0 dan 1 ($0 \leq R^2 \leq 1$).

R^2 diperoleh dengan rumus :

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \times 100 = \frac{SSR}{SST} \times 100 \quad (2.17)$$

2.3. Asumsi Klasik

Agar model persamaan memenuhi sifat-sifat BLUE (Best Linear Unbiased Estimator) dan dapat dipergunakan untuk membuat estimasi atau perkiraan, maka suatu model persamaan harus berdasarkan pada asumsi klasik, sebagai berikut :[3]

1. Nilai rata-rata galat sama dengan nol, yaitu $E(e_i)=0$, untuk $i= 1,2,...,n$
2. Varian $(e_i) = E(e_i)^2 = \sigma^2$, sama untuk semua nilai galat (homokedastisitas).
3. Tidak ada otokorelasi antara nilai galat, berarti kovarian $(e_i, e_j) = 0$, $i \neq j$
4. Variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_k , konstan dalam sampling yang terulang dan bebas terhadap nilai galat e_i , maksudnya adalah bahwa walaupun kita mengambil beberapa sampel lagi variabel X yang mempengaruhi variabel Y tetap sama.
5. Tidak ada kolinearitas ganda (multikolinearitas) diantara variabel bebas X .
6. $e_i \sim N(0; \sigma^2)$, artinya galat mengikuti distribusi normal dengan rata-rata nol dan varian σ^2 .

2.3.1. Heterokedastisitas

Salah satu asumsi yang penting dalam model regresi linear klasik adalah galat e_i mempunyai varian yang sama, artinya $Var(e_i) = E(e_i^2) = \sigma^2$. Jika asumsi ini tidak terpenuhi berarti terjadi kasus heterokedastisitas. Heterokedastisitas

tidak merusak sifat ketidakbiasan dan konsisten yang merupakan sifat dari pemerkiraan OLS. Namun taksiran parameter menjadi tidak efisien atau varian tidak minimum, sehingga sifat taksiran yang diharapkan BLUE tidak lagi terpenuhi.

Cara mendeteksi adanya heterokedastisitas :

1. Dengan metode grafik

Yakni dengan melihat pola penyebaran dari plot antara e_i^2 dengan taksiran \hat{Y} . Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah perkiraan rata-rata \hat{Y} secara matematis berhubungan dengan kuadrat galat (residual). Jika plot membentuk suatu pola sistematis maka menunjukkan adanya kasus heterokedastisitas.

Bila nanti ada keraguan apakah ada kasus heterokedastisitas atau tidak maka diadakan pengujian dengan menggunakan *Uji Glejser*.

2. Dengan Uji Glejser

Setelah memperoleh residual atau galat e_i dari regresi OLS, Glejser mengusulkan regresi harga mutlak dari e_i , yaitu $|e_i|$ terhadap variabel bebas X .

Dalam percobaan ini, Glejser menggunakan bentuk antara lain:

$$|e_i| = \beta_0 + \beta_1 X_i + V_t \quad \text{.....(2.18)}$$

dimana V_t adalah unsur galat

Dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \alpha_1^2 = \alpha_2^2 = \dots = \alpha_t^2 = \alpha^2$$

$$H_1 : \text{sekurang-kurangnya ada satu } \alpha_t^2 \neq \alpha^2$$

Jika keputusan menolak dengan tingkat signifikansi 5% maka asumsi adanya heterokedastisitas pada residual terpenuhi dan sebaliknya.

2.3.2. Autokorelasi

Autokorelasi adalah suatu keadaan dimana residual pada periode tertentu (e_i) berkorelasi dengan residual pada periode lainnya (e_j). Apabila dalam persoalan regresi terdapat ketergantungan antara residual (galat), maka didapat autokorelasi yang dituliskan sebagai berikut :

$$\text{Cov}(e_i, e_j) = E(e_i, e_j) \neq 0, \text{ dimana } i \neq j. \dots\dots\dots (2.19)$$

Adanya kasus autokorelasi tidak merusak sifat ketidakbiasan dan konsisten, dan sebagaimana halnya pada kasus heterokedastisitas, pemerkiraan tak lagi efisien (varian tidak lagi minimum). Karena pemerkiraan tidak efisien maka interval keyakinan menjadi lebar, artinya jika semakin lebar interval keyakinan maka kepercayaan seseorang terhadap kevalidan data akan semakin kecil/sedikit.

Cara mendeteksi autokorelasi :

1. Dengan melihat koefisien autokorelasi untuk lag 1, 2, 3, ..., k dan dapat dicari dengan rumus :

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \bar{Y})(Y_{t+k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots (2.20)$$

Koefisien korelasi dari data random mempunyai distribusi sampling yang mendekati kurva normal dengan nilai tengah

nol dan kesalahan standar (varian) $\pm Z_{95\%}/\sqrt{n}$. Oleh sebab itu koefisien autokorelasi dari sampel harus terletak di dalam daerah batas signifikan. Dengan demikian suatu deret data dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat kasus autokorelasi apabila koefisien autokorelasi yang telah di hitung berada di dalam batas tersebut.

2. Dengan uji Durbin Watson (d)

Statistik uji Durbin Watson (Dw) adalah sebagai berikut :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad \text{.....(2.21)}$$

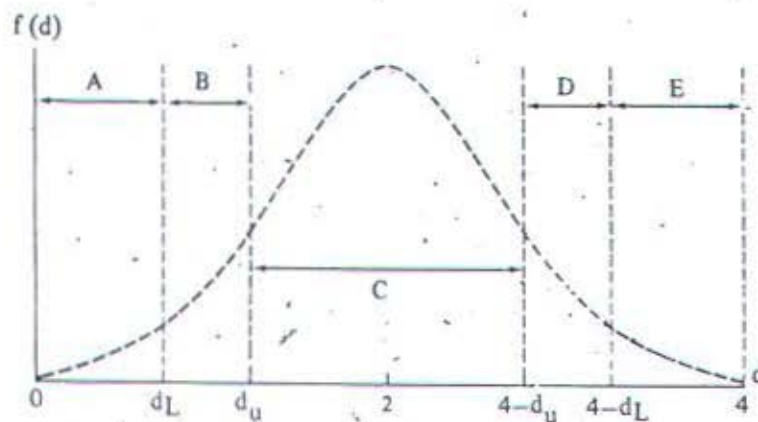
Prosedur untuk menguji statistik d diterangkan secara lebih baik dengan menggunakan bantuan gambar 2.1 yang menunjukkan bahwa batas d adalah 0 dan 4. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n e_t^2 + \sum_{t=2}^n e_{t-1}^2 - 2 \sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad \text{.....(2.22)}$$

Oleh karena $\sum_{t=2}^n e_t^2$ dan $\sum_{t=2}^n e_{t-1}^2$ berbeda hanya satu observasi,

maka nilainya dapat dianggap sama. Dengan membuat $\sum_{t=2}^n e_t^2$ sama dengan $\sum_{t=2}^n e_{t-1}^2$, maka persamaan (2.22) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} d &= 2 \left(1 - \frac{\sum_{t=2}^n e_t e_{t-1}}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \right) \quad \text{.....(2.23)} \\ &= 2 (1 - \rho) \end{aligned}$$



Gambar 2.1. Statistik d Durbin Watson [3]

Keterangan :

A = tolak H_0 , berarti ada autokorelasi positif

B = daerah tanpa keputusan

C = terima H_0 atau H_1 atau keduanya

D = daerah tanpa keputusan

E = tolak H_0 , berarti ada autokorelasi negatif

H_0 = tidak ada autokorelasi

H_1 = ada autokorelasi

Dengan uji hipotesis :

$H_0 : \rho = 0$

$H_1 : \rho \neq 0$

Dan pengambilan keputusannya adalah :

$d < d_L$: tolak H_0

$d > 4-d_L$: tolak H_0

$d_u < d < 4-d_u$: terima H_0

$d \leq d \leq d_u$: tidak dapat diambil kesimpulan

$4-d_u \leq d \leq 4-d_L$: tidak dapat diambil kesimpulan

2.3.3. Kenormalan Data

Kenormalan residual dilakukan untuk mengetahui apakah residual dari model berdistribusi normal $e_i \sim N(0, \sigma^2)$. Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

- Tentukan residual e_i dari persamaan regresi.
- Sortir e_i dari urutan yang terkecil sampai terbesar kemudian hitung prosentase kumulatif P_i yang sesuai dengan e_i , yaitu :

$$P_i = ((i - 0,5) / n) \times 100\%$$

dimana : i = naik dari residual

n = banyaknya pengamatan

- Mencari luas kurva dibawah normal $N(0,1)$ dari $-\infty$ sampai titik tertentu q_i , adalah :

$$Y = \int_{-\infty}^{q_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-z^2/2) dz = P_i \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

- Buat plot antara e_i dengan titik-titik yang telah ditaksir dengan q_i . Tentukan korelasi antara e_i yang telah disortir dengan q_i yang dilambangkan dengan ρ_{hitung} dengan rumus :

$$\rho_{hitung} = \frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e}) (q_i - \bar{q})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2 \sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q})^2}} \quad \dots\dots (2.25)$$

Kemudian membandingkan nilai p_{tabel} yang diambil dari tabel QQ-plot, dimana n adalah banyaknya pengamatan. Jika $p_{hitung} > p_{tabel}$ maka data berdistribusi normal.

2.3.4. Multikolinearitas

Istilah kolinearitas ganda (multikolinearitas) diciptakan oleh Ragnar Frish di dalam bukunya yang berjudul "Statistical Confluence Analysis By Means of Complete Regression System" yang berarti bahwa adanya hubungan yang sempurna di antara variabel-variabel bebas dalam model regresi.

Konsekuensi adanya kasus multikolinearitas ialah standard errornya (nilai varian) akan tak berhingga (tinggi) sehingga perkiraan interval untuk masing-masing koefisien regresi parsial sebenarnya yang merupakan parameter menjadi sangat lebar yang dapat mengakibatkan perkiraan parameternya tidak pasti atau tidak dapat diperkirakan dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Jadi dengan tingginya kolinearitas, tidak memungkinkan untuk memisahkan pengaruh secara individu dari variabel bebas terhadap variabel tak bebas (Y). Atau dapat dikatakan bahwa apabila variabel-variabel bebas hadir secara bersama-sama akan mempunyai pengaruh terhadap Y , tetapi jika berdiri sendiri-sendiri tidak memberikan pengaruh terhadap Y .

Cara mendeteksi multikolinearitas : [3]

1. Nilai R^2 cukup tinggi yaitu antara 0,7 sampai 1,0. Bila dilakukan uji individu (uji t) tidak satupun atau sedikit sekali koefisien regresi parsial yang signifikan terhadap variabel tak bebas Y, dan bila dilakukan uji serentak (uji F) pada umumnya berpengaruh secara serentak.
2. Membuat regresi untuk setiap X_i terhadap sisa variabel bebas lainnya. Jika dilakukan uji F dengan tingkat signifikan α ternyata nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} maka disimpulkan X_i tersebut berkorelasi dengan sisa variabel bebas lainnya, sebaliknya bila lebih kecil berarti X_i tersebut tidak berkorelasi dan kita dapat mempertahankan variabel bebas tersebut dalam model.

Cara mengatasi multikolinearitas antara lain dengan :[3]

1. Mengeluarkan satu atau lebih variabel yang tidak signifikan tersebut dengan konsekuensi melakukan kesalahan spesifikasi.
2. Mentransformasi variabel-variabel tersebut.
3. Penambahan data baru atau menambah jumlah sampel.
4. Menggunakan teknik Faktor Analisis dan Principal Component Analysis.
5. Dengan adanya informasi apriori (informasi awal) yang akan digunakan untuk membandingkan apakah perhitungan yang dilakukan sesuai dengan teori ekonomi atau berdasarkan hasil penelitian empiris sebelumnya dimana persoalan multikolinearitas tidak terlalu serius.

6. Menggabungkan data cross section (data yang menggambarkan keadaan pada suatu waktu tertentu) dengan data berkala (data yang menggambarkan perkembangan suatu kegiatan dari waktu ke waktu).

2.4. Analisis Komponen Utama

Prosedur Analisis Komponen Utama ini adalah menciptakan variabel-variabel baru W_i dari variabel-variabel asalnya X_i yang saling berkorelasi melalui suatu transformasi sedemikian rupa sehingga variabel-variabel baru itu ortogonal sesamanya. Variabel-variabel baru itu disebut Komponen Utama.

Langkah-langkah Analisis Komponen Utama :

1. Menstandarkan variabel bebas dengan cara :

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{.....(2.26)}$$

2. Langkah kedua adalah mendapatkan matriks korelasi dari variabel yang sudah distandardkan yaitu $Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_q)$.

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1k} \\ r_{21} & 1 & r_{23} & \dots & r_{2k} \\ . & . & . & . & . \\ r_{k1} & r_{k2} & r_{k3} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

3. Langkah ketiga adalah mencari vektor eigen dan nilai eigen (dilambangkan dengan λ_i) atau matrik R dengan cara:

$$|R - \lambda I| = 0 \quad \text{.....(2.27)}$$

dimana $\sum_{i=1}^k \lambda_i = k$ (banyaknya variabel independen)

Sedangkan vektor dilambangkan dengan γ_i dapat dicari dengan mempergunakan persamaan :

$$(R - \lambda_1 I) \gamma_1 = 0 \quad \text{.....(2.28)}$$

Vektor eigen digunakan untuk mengembalikan Z kedalam suku-suku komponen utama W dalam bentuk :

$$W_1 = \gamma_{11}Z_1 + \gamma_{21}Z_2 + \gamma_{31}Z_3 + \text{.....} \quad \text{.....(2.29)}$$

Peubah W_1 padanan λ_1 yang terbesar disebut komponen utama pertama. Komponen ini menjelaskan bagian terbesar dari keragaman/variasi yang di kandung oleh gugusan data yang telah dibakukan. Komponen-komponen W_1 menjelaskan proporsi keragaman/variasi yang semakin lama semakin kecil sampai semua keragaman/variasi data terjelaskan.

[2]

4. Langkah selanjutnya adalah mengetahui variabilitas yang diterangkan oleh komponen utama ke-j dengan cara membagi nilai(λ_1) dengan banyaknya variabel bebas (k) dan dikalikan 100%

$$\lambda_1 / k \times 100\%$$

Nilai eigen (λ_1) yang dipergunakan adalah nilai eigen yang lebih besar dari 1 (karena biasanya komponen W_1

yang mempunyai nilai eigen > 1 telah dapat menjelaskan proporsi keragaman/variasi yang cukup besar).

DF Morrison, dalam edisi kedua *Multivariate Statistical Methods*, McGraw-Hill, New York, 1976, menyarankan bahwa "..... komponen-komponen dapat dihitung sampai sejumlah tertentu proporsi keragaman data yang cukup besar (mungkin 75% atau lebih) telah terjelaskan."

5. Hasil diatas kemudian diregresikan dan dalam model persamaan yang baru dengan q komponen ($q \leq k$).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 W_1 + \beta_2 W_2 + \dots + \beta_q W_q \quad \dots\dots\dots (2.30)$$

2.5. Regresi Gulud

Prosedur ini bertujuan untuk mengatasi kondisi buruk (ill conditioned) yang diakibatkan oleh korelasi yang tinggi antara beberapa variabel peramal di dalam model, sehingga menyebabkan matrik $X'X$ nya hampir singular yang pada gilirannya menghasilkan nilai dugaan parameter model yang tidak stabil. Misalnya nilai dugaannya bisa mempunyai tanda yang salah atau jauh lebih besar daripada yang diperkirakan.

2.5.1. Menaksir Parameter Regresi Gulud

Dalam bentuknya yang paling sederhana, prosedur regresi gulud adalah sebagai berikut. Misalkan Z adalah "matrik X " yang telah dipusatkan (centered). Selanjutnya

untuk model dengan r variabel peramal Z_1, Z_2, \dots, Z_r ,
dihitung vektor nilai dugaannya $b_z(\theta)$, dengan rumus:

$$b_z(\theta) = (Z'Z + \theta I_r)^{-1}Z'Y \quad \dots\dots\dots(2.31)$$

dimana θ adalah sebuah bilangan positif. Dalam penerapannya
nilai θ yang menarik dalam selang $(0,1)$. Sedangkan
 $b_z(\theta) = (b_{1z}(\theta), b_{2z}(\theta), \dots, b_{rz}(\theta))$ adalah vektor berukuran
 $rx1$ tanpa intersep. Selanjutnya kita memiliki sebuah nilai
 θ , misalnya θ^* . Hoerl dan Kennard mengatakan : Ini semua
dapat digunakan untuk mengarahkan pada suatu pilihan :

1. Pada suatu nilai θ tertentu, sistem akan stabil dan
mencapai ciri-ciri umum suatu sistem yang ortogonal.
2. Nilai mutlak koefisiennya tidak akan masuk akan
relatif terhadap faktornya.
3. Koefisien dengan tanda yang tampaknya tidak benar pada
 $\theta=0$ akan berubah ke tanda yang benar.
4. Jumlah kuadrat sisa tidak akan mencapai nilai yang tidak
masuk akal. Jumlah kuadrat ini tidak akan terlalu besar
relatif terhadap ragam/variasi atau terlalu besar relatif
terhadap jumlah kuadrat sisa minimum.

Salah satu cara yang mungkin untuk memilih θ^*
disarankan oleh A.E. Hoerl, Rbr Kennard dan K.F. Baldwin
dalam makalah mereka "Ridge Regression : Some Simultans",
Communications in Statistic. Mereka berpendapat bahwa suatu
pilihan yang beralasan adalah :

$$\theta^* = rs^2 / (b_z(0))' (b_z(0)) \quad \dots\dots\dots(2.32)$$

dimana :

1. r adalah banyaknya parameter selain intersep.
2. s^2 adalah kuadrat tengah sisa dalam tabel anova yang diperoleh dari pendugaan terkecil biasa.

$$3. (b_r(0))' = (b_{1r}(0), b_{2r}(0), \dots, b_{rr}(0))'$$

$$= (S_{11}^{1/2} b_1(0), S_{22}^{1/2} b_2(0), \dots, S_{rr}^{1/2} b_{rr}(0))$$

$$\text{dan } S_{ji} = \sum_{j=1}^n (Z_{ji} - \bar{Z}_j)^2$$

Nilai dugaan b_0, b_1, \dots , dan b_p bagi koefisien semula β_0, β_1, \dots , dan β_p dapat diperoleh sebagai berikut :

$$b_1 = a_1 (S_{yy}/S_{11})^{1/2}$$

$$b_2 = a_2 (S_{yy}/S_{22})^{1/2}$$

$$\vdots$$

$$b_p = a_p = (S_{yy}/S_{pp})^{1/2}$$

Dan nilai dugaan b_0 sebagai berikut :

$$b_0 = \bar{Y} - \sum b_r \bar{Z}_r \quad \dots\dots\dots(2.33)$$

Dan akhirnya diperoleh persamaan baru dimana persamaan yang dihasilkan mempunyai koefisien-koefisien yang lebih stabil dan memberikan kuadrat tengah galat keseluruhan yang lebih kecil.

2.5.2. Galat Kuadrat Tengah (Mean Square Error)

Regresi gulud biasanya "dibenarkan" oleh pemakainya sebagai suatu teknik praktis yang menghasilkan nilai MSE yang lebih kecil. Dalam mencari nilai galat kuadrat tengah (Mean Square Error) digunakan rumus matematik di bawah ini :

$$GKT = \sigma^2 \text{TRACE } (Q(Z'Z)^{-1}Q') + \beta_e' (Q-S)' (Q-I) \beta_e \dots\dots\dots (2.34)$$

$$\text{Dengan } Q = (I + \theta(Z'Z)^{-1})^{-1}$$

$$V(Q_b) = \sigma^2 Q(Z'Z)^{-1} Q' \dots\dots\dots (2.35)$$

Yang merupakan jumlah ragam/variasi bagi unsur-unsur penduga gulud Q_b . Sehingga dapat dikatakan bahwa jika $\theta^* > 0$ maka nilai $GKT(\theta^*) < GKT(0)$.

TUGAS AKHIR



BAB III BAHAN DAN METODOLOGI

BAB III

BAHAN DAN METODOLOGI

3.1. Sumber Data

Adapun data yang digunakan merupakan data bulanan mulai bulan Januari 1996 sampai dengan bulan Desember 1997. Data ini merupakan data sekunder, yaitu data yang peneliti tidak mengambil secara langsung dari lapangan. Data tersebut diperoleh dari : PT. SEMEN GRESIK (PERSERO).

Secara terinci data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Data tentang jumlah produksi semen Gresik berupa data bulanan mulai bulan Januari 1996 sampai dengan bulan Desember 1997 dalam satuan ton.
2. Data tentang jumlah bahan baku semen Gresik (batu kapur, tanah liat, pasir besi, pasir silika dan gypsum) yang digunakan dalam proses produksi dalam bentuk data bulanan mulai bulan Januari 1996 sampai dengan bulan Desember 1997 dalam satuan ton.
3. Data tentang biaya pemakaian listrik yang berhubungan dengan proses produksi dalam bentuk data bulanan mulai bulan Januari 1996 sampai bulan Desember 1997 dalam satuan ribuan rupiah.

4. Data tentang biaya pemakaian bahan bakar dalam bentuk data bulanan mulai bulan Januari 1996 sampai bulan Desember 1997 dalam satuan ribuan rupiah.
5. Data tentang upah/gaji pegawai yang terlibat langsung dalam proses produksi semen Gresik dalam bentuk data bulanan mulai bulan Januari 1996 sampai bulan Desember 1997 dalam satuan ribuan rupiah.
6. Data tentang biaya produksi (selain upah/gaji pegawai, biaya pemakaian listrik dan bahan bakar) dalam bentuk data bulanan mulai bulan Januari 1996 sampai bulan Desember 1997 dalam satuan ribuan rupiah.

3.2. Metodologi

3.2.1. Spesifikasi Model

Salah satu cara untuk membentuk suatu model analisis adalah dengan mengadakan pendekatan secara ekonomi antara lain berdasarkan teori ekonomi dan informasi dari perusahaan yang bersangkutan. Yaitu mengenai variabel-variabel yang dimasukkan dalam suatu model persamaan dalam hal ini fungsi produksi.

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Batu kapur (variabel X_1), satuan ton.
- Tanah liat (variabel X_2), satuan ton.
- Pasir besi (variabel X_3), satuan ton.
- Pasir silika (variabel X_4), satuan ton.

- Gypsum (variabel X_3), satuan ton.
- Biaya pemakaian listrik (variabel X_6), satuan ribuan Rp.
- Biaya pemakaian bahan bakar (variabel X_7), satuan ribuan Rp.
- Upah/gaji pegawai (variabel X_8), satuan ribuan Rp.
- Biaya produksi (variabel X_9), satuan ribuan Rp.

3.2.2. Teknik Pengolahan Data

Seluruh data sekunder yang diperoleh diolah dengan menggunakan paket komputer minitab.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Meregresikan semua variabel bebas terhadap variabel tak bebas (data asli).
2. Melakukan pengujian terhadap asumsi-asumsi yang diperlukan.
3. Mengatasi kasus multikolinearitas yang terjadi yaitu dengan menggunakan metode PCA dan Ridge Regression (Regresi Gulud).
4. Melakukan pengujian terhadap asumsi-asumsi yang diperlukan setelah dilakukan penanganan terhadap pelanggaran asumsi multikolinearitas.
5. Meregresikan semua variabel bebas terhadap variabel tak bebas (data yang telah diolah).
6. Melakukan pengujian terhadap asumsi-asumsi yang diperlukan.

7. Mengatasi kasus multikolinearitas yang terjadi yaitu dengan menggunakan metode PCA dan Ridge Regression (Regresi Gulud).
8. Melakukan pengujian terhadap asumsi-asumsi yang diperlukan setelah dilakukan penanganan terhadap pelanggaran asumsi multikolinearitas.
9. Membandingkan hasil yang didapat (PCA dan Regresi Gulud) baik dari data asli maupun dari data yang sudah ditransformasi.
10. Langkah terakhir adalah memilih model yang terbaik.

TUGAS AKHIR



BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data

4.1.1. Pendugaan Fungsi Produksi Dengan Menggunakan Metode OLS.

Setelah meregresikan semua variabel bebas terhadap variabel tak bebas, maka diperoleh dugaan fungsi produksi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \hat{Y} = & 28 - 0,000132 X_1 - 0,844 X_2 - 0,020 X_3 + 12,7 X_4 + 25,0 X_5 \\ & + 0,000142 X_6 - 0,000078 X_7 + 0,000587 X_8 - 0,000001 X_9 \end{aligned}$$

4.1.1.1. Setelah diperoleh dugaan fungsi produksi, maka langkah selanjutnya adalah menguji koefisien regresi sebagai berikut:

1. Pengujian Koefisien Regresi Secara Serentak

Yaitu untuk menguji semua variabel bebas (X_i) terhadap variabel tak bebas (Y).

Uji hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimum ada satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Tabel 4.1. Anova (OLS) Fungsi Produksi

Sumber variasi	SS	df	MS	F-ratio
Regresi	13109277153	9	1456586350	3,115E+07
Residual	655	14	47	
Total	13109277808	23		

Kesimpulan :

Dengan $\alpha = 5\%$, $F_{tabel} = F_{(9,14)} = 2,65$ dan

$F_{ratio} = 3,115E+07$

Berarti $F_{ratio} > F_{tabel}$

Maka dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu variabel bebas (X_1) yang memberikan pengaruh terhadap variabel tak bebas (Y).

2. Pengujian Koefisien Regresi Secara Individu

Uji hipotesis :

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$

Dengan $\alpha = 5\%$ dan $t_{tabel} = t_{(14);0,025} = 2,145$

Uji Statistik :

Tabel 4.2. Uji Parsial (OLS) Fungsi Produksi

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	Kesimpulan
X ₁	-0,00013228	0,00009253	-1,43	diterima
X ₂	-0,8439	0,4277	-1,97	diterima
X ₃	-0,0196	0,1708	-0,11	diterima
X ₄	12,749	6,618	1,93	diterima
X ₅	24,9886	0,0133	1877,66	ditolak
X ₆	0,0001423	0,0002571	0,55	diterima
X ₇	-0,0000782	0,0001319	-0,59	diterima
X ₈	0,0005865	0,0006694	0,88	diterima
X ₉	-0,00000120	0,00000110	-1,09	diterima

3. Koefisien Determinasi

Didapatkan nilai R^2 sebesar 100%, artinya besarnya sumbangan variabel-variabel bebas (X_i) terhadap varian (naik turunnya) jumlah produksi semen (Y) atau jumlah keragaman yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi adalah sebesar 100%.

4.1.1.2. Pengujian /Penelusuran Asumsi-asumsi

Pengujian asumsi-asumsi untuk menunjukkan kemungkinan adanya asumsi yang tidak terpenuhi adalah sebagai berikut :

autokorelasi dapat dideteksi dengan menggunakan uji Durbin Watson. Dari hasil perhitungan (lampiran 3), diperoleh nilai uji statistik Durbin Watson sebesar 2,43. Tetapi kita tidak dapat menggunakan uji ini karena uji Durbin Watson hanya dapat digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi jika variabel bebasnya tidak lebih dari 5 buah.

c. Penelusuran Asumsi Kenormalan

Pada lampiran (3) didapatkan korelasi antara residual dan nscore adalah 0,976. Dan dari tabel dengan $n=24$ dan $\alpha = 5\%$ didapatkan $r_{tabel} = r_{(24;0,05)} = 0,956$. Dengan hipotesis :

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Maka H_0 diterima jika $r_{hit} > r_{tabel}$, dari perhitungan di atas didapatkan kesimpulan bahwa residual dari model berdistribusi normal dengan mean 0 dan varian σ^2 .

d. Penelusuran Asumsi Multikolinearitas

Dari uji parsial pada tabel 4.2 hanya terdapat satu variabel yang signifikan yaitu X_5 (variabel bahan baku gypsum). Sedangkan variabel lainnya tidak signifikan, kondisi ini menunjukkan adanya kasus multikolinearitas. Yaitu adanya hubungan korelasi yang tinggi antara variabel bebas. Artinya apabila secara bersama-sama variabel bebas tersebut berpengaruh terhadap variabel tak bebas. Untuk

mengatasi kasus tersebut digunakan dua metode yaitu Analisis Komponen Utama dan Ridge Regression (Regresi Gulud) sebagai pembandingan.

4.1.1.3. Analisis Komponen Utama

Pada lampiran (4) didapatkan matrik korelasi dari standarisasi masing-masing variabel bebas yang digunakan untuk mencari nilai eigen dan vektor eigennya.

1,000	0,965	0,965	0,965	0,935	0,849	0,944	0,959	0,862
0,965	1,000	0,999	1,000	0,970	0,903	0,975	0,994	0,904
0,965	0,999	1,000	0,999	0,970	0,904	0,974	0,994	0,904
0,965	1,000	0,999	1,000	0,970	0,903	0,975	0,994	0,904
0,935	0,970	0,970	0,970	1,000	0,913	0,900	0,952	0,949
0,849	0,903	0,906	0,903	0,913	1,000	0,838	0,908	0,959
0,944	0,975	0,974	0,975	0,900	0,838	1,000	0,982	0,817
0,959	0,994	0,994	0,994	0,952	0,908	0,982	1,000	0,893
0,862	0,904	0,904	0,904	0,949	0,959	0,817	0,893	1,000

Dari olahan komputer didapatkan nilai eigen dari matrik korelasi di atas sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ \lambda_6 \\ \lambda_7 \\ \lambda_8 \\ \lambda_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8,5151 \\ 0,3174 \\ 0,0882 \\ 0,0502 \\ 0,0203 \\ 0,0048 \\ 0,0040 \\ 0,0000 \\ 0,0000 \end{bmatrix}$$

Sedangkan prosentase dari masing-masing nilai eigen tersebut adalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ \lambda_6 \\ \lambda_7 \\ \lambda_8 \\ \lambda_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 94,6\% \\ 3,5\% \\ 1,0\% \\ 0,6\% \\ 0,2\% \\ 0,1\% \\ 0,0\% \\ 0,0\% \\ 0,0\% \end{bmatrix}$$

Dan vektor eigen adalah :

	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8	W_9
Z_1	-0,331	-0,251	0,425	0,802	-0,039	0,034	-0,006	-0,000	0,000
Z_2	-0,341	-0,138	0,002	-0,179	-0,082	-0,287	-0,280	-0,426	-0,696
Z_3	-0,341	-0,136	0,005	-0,180	-0,093	-0,299	-0,255	0,818	-0,023
Z_4	-0,341	-0,138	0,003	-0,179	-0,082	-0,286	-0,281	-0,386	0,718
Z_5	-0,335	0,161	0,516	-0,400	-0,375	0,512	0,182	-0,004	-0,000
Z_6	-0,320	0,544	-0,552	0,303	-0,408	0,157	-0,119	0,001	0,000
Z_7	-0,329	-0,425	-0,386	-0,070	0,426	0,603	-0,109	0,013	-0,001
Z_8	-0,340	-0,160	-0,236	-0,047	-0,020	-0,287	0,847	-0,020	0,002
Z_9	-0,320	0,594	0,209	-0,017	0,698	-0,115	0,018	0,004	-0,000

Dari vektor eigen di atas kita dapat membuat komponen utama yang masing-masing mengandung $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_9$, yaitu variabel bebas yang telah distandartkan.

$$W_1 = -0,331Z_1 - 0,341Z_2 - 0,341Z_3 - 0,341Z_4 - 0,335Z_5 - 0,320Z_6 - 0,329Z_7 - 0,340Z_8 - 0,320Z_9$$

$$W_2 = -0,251Z_1 - 0,138Z_2 - 0,136Z_3 - 0,138Z_4 + 0,161Z_5 + 0,544Z_6 - 0,425Z_7 - 0,160Z_8 + 0,594Z_9$$

$$W_3 = 0,425Z_1 + 0,002Z_2 + 0,005Z_3 + 0,003Z_4 + 0,516Z_5 - 0,552Z_6 - 0,386Z_7 - 0,236Z_8 + 0,209Z_9$$

$$W_4 = 0,802Z_1 - 0,179Z_2 - 0,180Z_3 - 0,179Z_4 - 0,400Z_5 + 0,303Z_6 - 0,070Z_7 - 0,047Z_8 - 0,017Z_9$$

$$W_5 = -0,039Z_1 - 0,082Z_2 - 0,093Z_3 - 0,082Z_4 - 0,375Z_5 - 0,408Z_6 + 0,426Z_7 - 0,020Z_8 + 0,698Z_9$$

$$W_6 = 0,034Z_1 - 0,287Z_2 - 0,299Z_3 - 0,286Z_4 + 0,512Z_5 + 0,157Z_6 + 0,603Z_7 - 0,287Z_8 - 0,115Z_9$$

$$W_7 = -0,006Z_1 - 0,280Z_2 - 0,255Z_3 - 0,281Z_4 + 0,182Z_5 - 0,119Z_6 - 0,109Z_7 + 0,847Z_8 + 0,018Z_9$$

$$W_8 = -0,000Z_1 - 0,426Z_2 + 0,818Z_3 - 0,386Z_4 - 0,004Z_5 + 0,001Z_6 + 0,013Z_7 - 0,020Z_8 + 0,004Z_9$$

$$W_9 = -0,000Z_1 - 0,696Z_2 - 0,023Z_3 + 0,718Z_4 - 0,000Z_5 + 0,000Z_6 - 0,001Z_7 + 0,002Z_8 - 0,000Z_9$$

Selanjutnya dilakukan pencarian model regresi dengan variabel bebasnya yang merupakan komponen di atas. Dari kesembilan komponen yang ada ternyata komponen pertama sudah cukup memberikan gambaran pada model. Hal ini dapat kita lihat dari prosentase variabilitas yang diterangkan oleh komponen pertama tersebut yaitu sebesar 94,6% dan nilai nilai eigen > 1. Apabila komponen pertama tersebut kita regresikan dengan variabel tak bebasnya akan kita dapatkan persamaan berikut :

$$\hat{Y} = 404579 - 8000W_1$$

1. Pengujian Koefisien Regresi Secara Serentak

Pengujian koefisien regresi secara serentak dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Tabel 4.3. ANOVA (PCA) Metode OLS

Sumber varian	df	SS	MS	F
Regresi	1	12534175051	12534175051	479,48
Residual	22	575102757	25141034	
Total	23	13109277808		

Kesimpulan :

Dengan $\alpha = 5\%$, $F_{tabel} = F_{(1,22;0,05)} = 4,30$ dan $F_{ratio} = 479,48$.

Maka dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 yang artinya β_1 signifikan. Dalam arti variabel W_1 memang benar dapat menjelaskan variabel dependen (Y).

2. Pengujian Koefisien Regresi Secara Individu

Dengan hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$t_{22;0,025} = 2,074$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

Uji statistik :

Tabel 4.4. Uji Parsial (PCA) Metode OLS

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	Kesimpulan
b1	- 8000	365,3	-21,90	tolak H_0

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa parameter tersebut secara statistik cukup signifikan. Artinya variabel W_1 memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap variabel dependen (Y).

Kemudian untuk memperoleh persamaan terakhir dengan mengembalikan W_1 ke variabel X.

$$\begin{aligned}
 \hat{Y} &= 404579 - 80005W_1 \\
 &= 404579 - 8000 (-0,331Z_1 - 0,341Z_2 - 0,341Z_3 - 0,341Z_4 - 0,335Z_5 \\
 &\quad - 0,320Z_6 - 0,329Z_7 - 0,340Z_8 - 0,320Z_9) \\
 &= 404579 + 2648 Z_1 + 2728 Z_2 + 2728 Z_3 + 2728 Z_4 + 2680 Z_5 + \\
 &\quad 2560 Z_6 + 2632 Z_7 + 2720 Z_8 + 2560 Z_9 \\
 &= 404579 + (0,044 X_1 - 16886,09) + (0,234 X_2 - 16767,17) \\
 &\quad + (0,877 X_3 - 16769,74) + (3,506 X_4 - 16760,72) + \\
 &\quad (2,806 X_5 - 45414,07) + (0,095 X_6 - 100312,55) + (0,021 \\
 &\quad X_7 - 9016,34) + (0,069 X_8 - 15415,76) + (0,0004 X_9 - \\
 &\quad 24510,44) \\
 &= 142726,12 + 0,044 X_1 + 0,234 X_2 + 0,877 X_3 + 3,506 X_4 + \\
 &\quad 2,806 X_5 + 0,095 X_6 + 0,021 X_7 + 0,069 X_8 + 0,0004 X_9
 \end{aligned}$$

Sehingga persamaan terakhir yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned}
 \hat{Y} &= 142726,12 + 0,044 X_1 + 0,234 X_2 + 0,877 X_3 + 3,506 X_4 + \\
 &\quad 2,806 X_5 + 0,095 X_6 + 0,021 X_7 + 0,069 X_8 + 0,0004 X_9
 \end{aligned}$$

3. Koefisien Determinasi

Dari lampiran (4) didapatkan nilai R^2 sebesar 95,6%. Artinya besarnya sumbangan variabel-variabel bebas

(Xi) terhadap variasi (naik turunnya) jumlah produksi semen (Y) atau jumlah keragaman yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi adalah sebesar 95,6% sedangkan sisanya yang tidak dapat diterangkan merupakan nilai residual dan model dapat dikatakan cukup baik.

4.1.1.4. Regresi Gulud (Ridge Regression)

Cara lain untuk mengatasi kasus multikolinearitas adalah dengan menggunakan metode Ridge Regression (Regresi Gulud). Yang langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- Meregresikan variabel dependen dengan variabel independen dengan menggunakan Metode Kuadrat Terkecil (Ordinary Least Square) dan didapat persamaan sebagai berikut :

$$\hat{Y} = 28 - 0,000132 X_1 - 0,844 X_2 - 0,020 X_3 + 12,7 X_4 + 25,0 X_5 + 0,000142 X_6 - 0,000078 X_7 + 0,000587 X_8 - 0,000001 X_9$$

- Menentukan nilai θ , dimana $\theta = \frac{rs^2}{(b_x(0))' (b_x(0))}$

dimana :

$$r = 9 \text{ (banyaknya parameter diluar } \beta_0)$$

$$s^2 = 47 \text{ (MSE dari pendugaan kuadrat terkecil biasa)}$$

$$(b_x(0))' = (S_{11}^{1/2} b_1(0), S_{22}^{1/2} b_2(0), \dots, S_{99}^{1/2} b_9(0))$$

$$S_{11} = 4,795832 \quad S_{22} = 4,795833 \quad S_{33} = 4,795831$$

$$S_{44} = 4,795830 \quad S_{55} = 4,795835 \quad S_{66} = 4,795832$$

$$S_{77} = 4,795830 \quad S_{88} = 4,795831 \quad S_{99} = 4,795830$$

$b_1(0), b_2(0), \dots, b_9(0)$ adalah koefisien persamaan regresi pada kuadrat terkecil biasa (atau pada $\theta = 0$), di dapat matrik :

$$(b_x(0))' = \begin{bmatrix} -0,01 & -4,048 & -0,096 & 60,907 & 119,896 & 0,001 & -0,000 \\ 0,003 & -0,000 \end{bmatrix}$$

$$(b_z(0)) = \begin{bmatrix} -0,01 \\ -4,048 \\ -0,096 \\ 60,907 \\ 119,896 \\ 0,001 \\ -0,000 \\ 0,003 \\ -0,000 \end{bmatrix}$$

Perkalian matrik $(b_x(0))' (b_x(0)) = 18101,1$

Maka nilai $\theta = (9 \times 47)/18101,1 = 0,0233688$

- Setelah diketahui nilai θ , dicari nilai $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8$, dan a_9 . Diperoleh nilai sebagai berikut :

$$\begin{array}{lll} a_1 = -0,000000 & a_2 = 0,000143 & a_3 = 0,000057 \\ a_4 = -0,002290 & a_5 = 0,000054 & a_6 = -0,000002 \\ a_7 = -0,000000 & a_8 = 0,000001 & a_9 = 0,000000 \end{array}$$

- Dari nilai-nilai yang diperoleh pada lampiran (5) diperoleh koefisien regresi melalui metode regresi gulud, yaitu :

$$b_1 = -0,000000 (4,795830/4,795832)^{1/2} = -0,000000$$

$$b_2 = 0,000143 (4,795830/4,795833)^{1/2} = 0,000143$$

$$b_3 = 0,000057 (4,795830/4,795831)^{1/2} = 0,000057$$

$$b_4 = -0,002290 (4,795830/4,795830)^{1/2} = -0,002290$$

$$b_5 = 0,000054 (4,795830/4,795835)^{1/2} = 0,000054$$

$$b_6 = -0,000002 (4,795830/4,795832)^{1/2} = -0,000002$$

$$b_7 = -0,000000 (4,795830/4,795830)^{1/2} = -0,000000$$

$$b_8 = 0,000001 (4,795830/4,795831)^{1/2} = 0,000001$$

$$b_9 = 0,000000 (4,795830/4,795830)^{1/2} = 0,000000$$

Sedangkan nilai dugaan b_0 di dapat dari rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} b_0 &= \bar{Y} - \sum_{i=1}^p b_i \bar{Z}_i \\ &= 404579 - 2,6695 \\ &= 404576,3305 \end{aligned}$$

Akhirnya diperoleh persamaan terakhir sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= 404576,3305 - 0,000000 X_1 + 0,000143 X_2 + 0,000057 X_3 - \\ &\quad 0,002290 X_4 + 0,000054 X_5 - 0,000002 X_6 - 0,000000 X_7 + \\ &\quad 0,000001 X_8 + 0,000000 X_9 \end{aligned}$$

1. Uji Koefisien Serentak Regresi Gulud

Dari hasil pengolahan data di dapat tabel anova sebagai berikut :

Dengan hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimum ada satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Tabel 4.5. Anova (Ridge Regression) Metode OLS

Sumber variasi	SS	df	MS	F-ratio
Regresi	20,654147E+10	9	22,94908E+09	13,515996
Residual	2,377099E+10	14	1,69792E+09	
Total	23,031246E+10	23		

Kesimpulan :

Dengan $\alpha = 5\%$, $F_{tabel} = F_{(9,14)} = 2,65$ dan

$F_{ratio} = 13,515996$

Berarti $F_{ratio} > F_{tabel}$

Maka dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu variabel bebas (X_1) yang memberikan pengaruh terhadap variabel tak bebas (Y).

2. Pengujian Koefisien Regresi Secara Individu

Uji hipotesis :

$H_0 : \beta_j = 0$

$H_1 : \beta_j \neq 0$

Dengan $\alpha = 5\%$ dan $t_{tabel} = t_{(14),0,025} = 2,145$

Uji Statistik :

Tabel 4.6. Uji Parsial (Ridge Regression) Metode OLS

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	Kesimpulan
X ₁	-0,000000	0,00000	-1,00000	diterima
X ₂	0,000143	0,06124	0,00234	diterima
X ₃	0,000057	0,02489	0,00229	diterima
X ₄	-0,002290	0,94611	-0,00242	diterima
X ₅	0,000054	0,00000	5,4E+03	ditolak
X ₆	-0,000002	0,00000	-2,0E+02	ditolak
X ₇	-0,000000	0,00000	-1,00000	diterima
X ₈	-0,000001	0,00000	-1,0E+02	ditolak
X ₉	0,000000	0,00000	1,00000	diterima

3. Koefisien Determinasi

Didapatkan nilai R^2 sebesar 89,68%, artinya besarnya sumbangan variabel-variabel bebas (X_i) terhadap varian (naik turunnya) jumlah produksi semen (Y) atau jumlah keragaman yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi adalah sebesar 89,68%, sehingga dapat disimpulkan bahwa model sangat baik karena nilai residualnya 10,32%.

4. Pengujian /Penelusuran Asumsi-asumsi

Pengujian asumsi-asumsi untuk menunjukkan kemungkinan adanya asumsi yang tidak terpenuhi adalah sebagai berikut :

a. Penelusuran Asumsi Heterokedastisitas

Untuk mendeteksi ada atau tidak ada kasus heterokedastisitas digunakan uji glejser, dengan hipotesis :

$$H_0 : \alpha_1^2 = \alpha_2^2 = \alpha_3^2 = \alpha^2$$

$$H_1 : \text{sekurang-kurangnya ada satu } \alpha_t^2 \neq \alpha^2$$

Dengan meregresikan absolut ϵ_t terhadap X yang diperkirakan mempunyai hubungan erat dengan α_t^2 . Dengan tingkat kepercayaan 5%, terlihat (lampiran 6) nilai probabilitas t_{hitung} variabel bebas lebih besar (>) dari 5%, maka terima H_0 yang berarti asumsi adanya kasus heterokedastisitas dalam residual tidak terpenuhi.

b. Penelusuran Asumsi Autokorelasi

Untuk mendeteksi adanya kasus autokorelasi secara visual dapat digunakan plot ACF dari residualnya dengan batasan interval $(-1,96/\sqrt{n}, 1,96/\sqrt{n}) = (-0,41, 0,41)$ dan $n = 24$. Ternyata semua lag masuk dalam batasan interval (lampiran 6), sehingga galatnya dapat dikatakan independen.

c. Penelusuran Asumsi Kenormalan

Pada lampiran (6) didapatkan korelasi antara residual dan nscore adalah 0,978. Dan dari tabel dengan $n=24$

dan $\alpha = 5\%$ didapatkan $r_{tabel} = r_{(24;0,05)} = 0,956$. Dengan hipotesis :

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Maka H_0 diterima jika $r_{hit} > r_{tabel}$, dari perhitungan di atas didapatkan kesimpulan bahwa residual dari model berdistribusi normal dengan mean 0 dan varian σ^2 .

d. Penelusuran Asumsi Multikolinearitas

Dari uji parsial pada tabel 4.6 hanya 3 variabel yang signifikan (variabel bahan baku gysum, biaya listrik dan upah/gaji), artinya hanya 3 variabel bebas yang memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap jumlah produksi semen sedangkan jika secara bersama-sama/serentak variabel bebas tersebut berpengaruh terhadap variabel tak bebas.

4.1.2. Pendugaan Fungsi Produksi Dengan Menggunakan Metode Cobb-Douglas

Untuk mempermudah interpretasi ekonominya kami menggunakan Model Cobb-Douglas. Langkah awal adalah meln-kan data asli, kemudian langkah selanjutnya adalah meregresikan semua variabel bebas terhadap variabel tak bebas.

Setelah meregresikan semua variabel bebas terhadap variabel tak bebas, maka diperoleh dugaan fungsi produksi.

Cobb-Douglas sebagai berikut :

$$\ln \hat{Y} = 3,24 - 0,000087 \ln X_1 - 0,0014 \ln X_2 + 0,0022 \ln X_3 + 0,00056 \ln X_4 + 0,999 \ln X_5 - 0,00131 \ln X_6 - 0,000309 \ln X_7 - 0,000015 \ln X_8 + 0,000061 \ln X_9$$

4.1.2.1. Setelah diperoleh dugaan fungsi produksi Cobb-Douglas, maka langkah selanjutnya adalah menguji koefisien regresi sebagai berikut:

1. Pengujian Koefisien Regresi Secara Serentak

Yaitu untuk menguji semua variabel bebas (X_i) terhadap variabel tak bebas (Y).

Uji hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimum ada satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Tabel 4.7. Anova (Cobb-Douglas) Fungsi Produksi

Sumber variasi	SS	df	MS	F-ratio
Regresi	0,0782375	9	0,0086931	2,547E+06
Residual	0,0000000	14	0,0000000	
Total	0,0782375	23		

Kesimpulan :

Dengan $\alpha = 5\%$, $F_{\text{tabel}} = F_{(9,14)} = 2,65$ dan

$$F_{\text{ratio}} = 2,547E+06$$

Berarti $F_{\text{ratio}} > F_{\text{tabel}}$

Maka dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu variabel bebas (X_1) yang memberikan pengaruh terhadap variabel tak bebas (Y).

2. Pengujian Koefisien Regresi Secara Individu

Uji hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Dengan $\alpha = 5\%$ dan $t_{tabel} = t_{(14);0,025} = 2,145$

Uji Statistik :

Tabel 4.8. Uji Parsial (Cobb-Douglas) Fungsi Produksi

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	Kesimpulan
X_1	-0,0000866	0,0002765	-0,31	diterima
X_2	-0,00139	0,03321	-0,04	diterima
X_3	0,00222	0,03331	0,07	diterima
X_4	0,000564	0,005308	0,11	diterima
X_5	0,998533	0,001596	625,78	ditolak
X_6	0,0013070	0,0006585	1,98	diterima
X_7	-0,0003090	0,0003752	-0,82	diterima
X_8	-0,00001530	0,00007535	-0,20	diterima
X_9	0,0000608	0,0004661	0,13	diterima

3. Koefisien Determinasi

Didapatkan nilai R^2 sebesar 100%, artinya besarnya sumbangan variabel-variabel bebas (X_i) terhadap varian (naik

turunnya) jumlah produksi semen (Y) atau jumlah keragaman yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi adalah sebesar 100%.

4.1.2.2. Pengujian /Penelusuran Asumsi-asumsi

Pengujian asumsi-asumsi untuk menunjukkan kemungkinan adanya asumsi yang tidak terpenuhi adalah sebagai berikut :

a. Penelusuran Asumsi Heterokedastisitas

Untuk mendeteksi ada atau tidak ada kasus heterokedastisitas pertama kali adalah dengan metode grafik, yaitu membuat plot antara e_i^2 dengan nilai taksiran Y. Terlihat bahwa plot tidak membentuk suatu pola sistematis, maka menunjukkan tidak adanya kasus heterokedastisitas (lampiran 7).

Untuk lebih meyakinkan apakah dugaan itu benar atau tidak maka kita uji dengan menggunakan uji glejser, dengan hipotesis :

$$H_0 : \alpha_1^2 = \alpha_2^2 = \alpha_3^2 = \alpha^2$$

$$H_1 : \text{sekurang-kurangnya ada satu } \alpha_t^2 \neq \alpha^2$$

Dengan meregresikan absolut e_i terhadap X yang diperkirakan mempunyai hubungan erat dengan α_t^2 . Dengan tingkat kepercayaan 5%, terlihat (lampiran 7) nilai probabilitas thitung variabel bebas lebih besar (>) dari 5%, maka terima H_0 yang berarti asumsi adanya kasus heterokedastisitas dalam residual tidak terpenuhi.

b. Penelusuran Asumsi Autokorelasi

Untuk mendeteksi adanya kasus autokorelasi secara visual dapat digunakan plot ACF dari residualnya dengan batasan interval $(-1,96/\sqrt{n}, 1,96/\sqrt{n}) = (-0,41, 0,41)$ dan $n = 24$. Ternyata semua lag masuk dalam batasan interval (lampiran 7), sehingga galatnya dapat dikatakan independen. Selain dilihat dari plot ACF, ada atau tidak adanya kasus autokorelasi dapat di deteksi dengan menggunakan uji Durbin Watson. Dari hasil perhitungan (lampiran 7), diperoleh nilai uji statistik Durbin Watson sebesar 2,39. Tetapi kita tidak dapat menggunakan uji ini karena uji Durbin Watson hanya dapat digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi jika variabel bebasnya tidak lebih dari 5 buah.

c. Penelusuran Asumsi Kenormalan

Pada lampiran (7) didapatkan korelasi antara residual dan nscore adalah 0,985. Dan dari tabel dengan $n=24$ dan $\alpha = 5\%$ didapatkan $r_{tabel} = r_{(24;0,05)} = 0,956$. Dengan hipotesis :

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Maka H_0 diterima jika $r_{hit} > r_{tabel}$, dari perhitungan di atas didapatkan kesimpulan bahwa residual dari model berdistribusi normal dengan mean 0 dan varian σ^2 .

d. Penelusuran Asumsi Multikolinearitas

Dari uji parsial pada tabel 4.8 hanya terdapat satu variabel yang signifikan yaitu X_5 (variabel bahan baku gypsum). Sedangkan variabel lainnya tidak signifikan, kondisi ini menunjukkan adanya kasus multikolinearitas. Yaitu adanya hubungan korelasi yang tinggi antara variabel bebas. Artinya apabila secara bersama-sama variabel bebas tersebut berpengaruh terhadap variabel tak bebas. Untuk mengatasi kasus tersebut digunakan dua metode yaitu Analisis Komponen Utama dan Ridge Regression (Regresi Gulud) sebagai pembanding.

4.1.1.3. Analisis Komponen Utama

Pada lampiran (8) didapatkan matrik korelasi dari standarisasi masing-masing variabel bebas yang digunakan untuk mencari nilai eigen dan vektor eigennya.

1,000	0,958	0,958	0,958	0,927	0,736	0,941	0,500	0,858
0,958	1,000	1,000	0,999	0,967	0,779	0,978	0,548	0,907
0,958	1,000	1,000	0,999	0,968	0,779	0,978	0,549	0,907
0,958	0,999	0,999	1,000	0,967	0,779	0,979	0,549	0,906
0,927	0,967	0,968	0,967	1,000	0,821	0,905	0,543	0,944
0,736	0,779	0,779	0,779	0,821	1,000	0,711	0,347	0,853
0,941	0,978	0,978	0,979	0,905	0,711	1,000	0,548	0,829
0,500	0,548	0,549	0,549	0,543	0,347	0,548	1,000	0,391
0,858	0,907	0,907	0,906	0,944	0,853	0,829	0,391	1,000

Dari olahan komputer didapatkan nilai eigen dari matrik korelasi di atas sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ \lambda_6 \\ \lambda_7 \\ \lambda_8 \\ \lambda_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7,6420 \\ 0,7583 \\ 0,3691 \\ 0,1265 \\ 0,0668 \\ 0,0312 \\ 0,0059 \\ 0,0001 \\ 0,0000 \end{bmatrix}$$

Sedangkan prosentase dari masing-masing nilai eigen tersebut adalah sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ \lambda_6 \\ \lambda_7 \\ \lambda_8 \\ \lambda_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 84,9\% \\ 8,4\% \\ 4,1\% \\ 1,4\% \\ 0,7\% \\ 0,3\% \\ 0,1\% \\ 0,0\% \\ 0,0\% \end{bmatrix}$$

Dan vektor eigen adalah :

	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9
z_1	-0,347	0,026	-0,277	0,161	-0,856	-0,208	-0,004	-0,002	0,001
z_2	-0,359	0,002	-0,167	0,026	0,179	0,103	0,378	-0,398	0,706
z_3	-0,359	0,001	-0,166	0,024	0,178	0,103	0,366	-0,406	-0,708
z_4	-0,359	-0,000	-0,169	0,024	0,174	0,108	0,351	0,822	-0,008
z_5	-0,355	0,045	0,075	-0,371	-0,123	0,723	-0,438	-0,011	0,004
z_6	-0,300	0,322	0,738	0,511	-0,016	0,021	0,010	0,002	-0,001
z_7	-0,347	-0,059	-0,345	0,367	0,386	-0,261	-0,637	-0,009	0,005
z_8	-0,208	-0,907	0,345	-0,046	-0,037	-0,107	0,007	-0,000	0,001
z_9	-0,336	0,259	0,227	-0,661	0,084	-0,566	-0,061	0,002	0,001

Dari vektor eigen di atas kita dapat membuat komponen utama yang masing-masing mengandung $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_9$ yaitu variabel bebas yang telah distandardkan.

$$W_1 = -0,347Z_1 - 0,359Z_2 - 0,359Z_3 - 0,359Z_4 - 0,355Z_5 - 0,300Z_6 - 0,347Z_7 - 0,208Z_8 - 0,336Z_9$$

$$W_2 = 0,026Z_1 + 0,002Z_2 + 0,001Z_3 - 0,000Z_4 + 0,045Z_5 + 0,322Z_6 - 0,059Z_7 - 0,907Z_8 + 0,259Z_9$$

$$W_3 = -0,277Z_1 - 0,167Z_2 - 0,166Z_3 - 0,169Z_4 + 0,075Z_5 + 0,738Z_6 - 0,345Z_7 + 0,345Z_8 + 0,227Z_9$$

$$W_4 = 0,161Z_1 + 0,026Z_2 + 0,024Z_3 + 0,024Z_4 - 0,371Z_5 + 0,511Z_6 + 0,367Z_7 - 0,046Z_8 - 0,661Z_9$$

$$W_5 = -0,856Z_1 + 0,179Z_2 - 0,178Z_3 - 0,174Z_4 - 0,123Z_5 - 0,016Z_6 + 0,386Z_7 - 0,037Z_8 + 0,084Z_9$$

$$W_6 = -0,208Z_1 + 0,103Z_2 + 0,103Z_3 + 0,108Z_4 + 0,723Z_5 + 0,021Z_6 - 0,261Z_7 - 0,107Z_8 - 0,566Z_9$$

$$W_7 = -0,004Z_1 + 0,378Z_2 + 0,366Z_3 + 0,351Z_4 - 0,436Z_5 + 0,010Z_6 - 0,637Z_7 + 0,007Z_8 - 0,061Z_9$$

$$W_8 = -0,002Z_1 - 0,398Z_2 - 0,406Z_3 + 0,822Z_4 - 0,011Z_5 + 0,002Z_6 - 0,009Z_7 - 0,000Z_8 + 0,002Z_9$$

$$W_9 = 0,001Z_1 + 0,706Z_2 - 0,708Z_3 - 0,008Z_4 - 0,004Z_5 - 0,001Z_6 + 0,005Z_7 + 0,001Z_8 + 0,001Z_9$$

Selanjutnya dilakukan pencarian model regresi dengan variabel bebasnya yang merupakan komponen di atas. Dari kesembilan komponen yang ada ternyata komponen pertama sudah cukup memberikan gambaran pada model. Hal ini dapat kita lihat dari prosentase variabilitas yang diterangkan

oleh komponen pertama tersebut yaitu sebesar 84,9% dan nilai nilai eigen > 1. Apabila komponen pertama tersebut kita regresikan dengan variabel tak bebasnya akan kita dapatkan persamaan berikut :

$$\ln \hat{Y} = 12,9 - 0,0207W_1$$

1. Pengujian Koefisien Regresi Secara Serentak

Pengujian koefisien regresi secara serentak dengan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

Tabel 4.9. ANOVA (PCA) Metode Cobb-Douglas

Sumber varian	df	SS	MS	F
Regresi	1	0,075147	0,075147	543,95
Residual	22	0,003090	0,000140	
Total	23	0,078238		

Kesimpulan :

Dengan $\alpha = 5\%$, $F_{tabel} = F_{(1,22;0,05)} = 4,30$ dan $F_{ratio} = 543,95$.

Maka dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 yang artinya β_j signifikan. Dalam arti variabel W_1 memang benar dapat menjelaskan variabel dependen (Y).

2. Pengujian Koefisien Regresi Secara Individu

Dengan hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 \neq 0$$

$$t_{22,0,025} = 2,074$$

Uji statistik :

Tabel 4.10. Uji Parsial (PCA) Metode Cobb-Douglas

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	Kesimpulan
b1	-0,0206770	0,0008940	-23,13	tolak H_0

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa parameter tersebut secara statistik cukup signifikan. Artinya variabel W_1 memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap variabel dependen (Y).

Kemudian untuk memperoleh persamaan terakhir dengan mengembalikan W_1 ke variabel X.

$$\begin{aligned}\ln \hat{Y} &= 12,9 - 0,0207W_1 \\ &= 12,9 - 0,0207 (-0,347Z_1 - 0,359Z_2 - 0,359Z_3 - 0,359Z_4 - \\ &\quad 0,355Z_5 - 0,300Z_6 - 0,347Z_7 - 0,208Z_8 - 0,336Z_9) \\ &= 12,9 + 0,00718 Z_1 + 0,00743 Z_2 + 0,00743 Z_3 + \\ &\quad 0,00743 Z_4 + 0,00731 Z_5 + 0,00621 Z_6 + 0,00718 Z_7 + \\ &\quad 0,00431 Z_8 + 0,00696 Z_9 \\ &= 12,9 + (0,045 \ln X_1 - 0,580) + (0,046 \ln X_2 - \\ &\quad 0,509) + (0,046 \ln X_3 - 0,449) + (0,046 \ln X_4 - \\ &\quad 0,384) + (0,125 \ln X_5 - 1,215) + (0,173 \ln X_6 -\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 2,393) + (0,024 \ln X_7 - 0,295) + (0,019 \ln X_8 - \\
& 0,232) + (0,068 \ln X_9 - 1,219) \\
& = 5,624 + 0,045 \ln X_1 + 0,046 \ln X_2 + 0,046 \ln X_3 + \\
& 0,046 \ln X_4 + 0,125 \ln X_5 + 0,173 \ln X_6 + 0,024 \ln X_7 \\
& + 0,019 \ln X_8 + 0,068 \ln X_9
\end{aligned}$$

Sehingga persamaan terakhir yang diperoleh adalah :

$$\begin{aligned}
\ln \hat{Y} = & 5,624 + 0,045 \ln X_1 + 0,046 \ln X_2 + 0,046 \ln X_3 + \\
& 0,046 \ln X_4 + 0,125 \ln X_5 + 0,173 \ln X_6 + 0,024 \ln X_7 \\
& + 0,019 \ln X_8 + 0,068 \ln X_9
\end{aligned}$$

3. Koefisien Determinasi

Dari lampiran (8) didapatkan nilai R^2 sebesar 96,0%. Artinya besarnya sumbangan variabel-variabel bebas (X_i) terhadap variasi (naik turunnya) jumlah produksi semen (Y) atau jumlah keragaman yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi adalah sebesar 96,0% sedangkan sisanya yang tidak dapat diterangkan merupakan nilai residual dan model dapat dikatakan cukup baik.

4.1.2.4. Regresi Gulud (Ridge Regression)

Cara lain untuk mengatasi kasus multikolinearitas adalah dengan menggunakan metode Ridge Regression (Regresi Gulud). Yang langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- Meregresikan variabel dependen dengan variabel independen dengan menggunakan Metode Cobb-Douglas dan didapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \ln \hat{Y} = & 3,24 - 0,000087 \ln X_1 - 0,0014 \ln X_2 + 0,0022 \ln X_3 \\ & + 0,00056 \ln X_4 + 0,999 \ln X_5 - 0,00131 \ln X_6 - \\ & 0,000309 \ln X_7 - 0,000015 \ln X_8 + 0,000061 \ln X_9 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai θ , dimana $\theta = \frac{rs^2}{(b_x(0))' (b_x(0))}$

dimana :

$$r = 9 \text{ (banyaknya parameter diluar } \beta_0)$$

$$s^2 = 3.10^{-9} \text{ (MSE dari pendugaan kuadrat terkecil biasa)}$$

$$(b_x(0))' = (S_{11}^{1/2}b_1(0), S_{22}^{1/2}b_2(0), \dots, S_{99}^{1/2}b_9(0))$$

$$S_{11} = 4,795830 \quad S_{22} = 4,795830 \quad S_{33} = 4,795831$$

$$S_{44} = 4,795832 \quad S_{55} = 4,795832 \quad S_{66} = 4,795832$$

$$S_{77} = 4,795828 \quad S_{88} = 4,795831 \quad S_{99} = 4,795832$$

$b_1(0), b_2(0), \dots, b_9(0)$ adalah koefisien persamaan regresi pada kuadrat terkecil biasa (atau pada $\theta = 0$), di dapat matrik :

$$(b_x(0))' = \begin{bmatrix} -0,00042 & -0,00671 & 0,01055 & 0,00269 & 4,79104 \\ -0,00028 & -0,00148 & -0,00007 & 0,00029 \end{bmatrix}$$

$$(b_z(0)) = \begin{bmatrix} -0,00042 \\ -0,00671 \\ 0,01055 \\ 0,00269 \\ 4,79104 \\ -0,00028 \\ -0,00148 \\ -0,00007 \\ 0,00029 \end{bmatrix}$$

Perkalian matrik $(b_z(0))' (b_z(0)) = 22,9542$

Maka nilai $\theta = (9 \times 0,000000003)/22,9542 = 0,000000001$

- Setelah diketahui nilai θ , dicari nilai $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5,$

$a_6, a_7, a_8,$ dan a_9 . Diperoleh nilai sebagai berikut :

$$a_1 = 0,000001 \quad a_2 = 0,000467 \quad a_3 = -0,000453$$

$$a_4 = -0,000023 \quad a_5 = 0,000011 \quad a_6 = -0,000001$$

$$a_7 = 0,000002 \quad a_8 = 0,000000 \quad a_9 = 0,000001$$

- Dari nilai-nilai yang diperoleh pada lampiran (9) diperoleh koefisien regresi melalui metode regresi gulud, yaitu :

$$b_1 = 0,000001 (4,795832/4,795830)^{1/2} = 0,000001$$

$$b_2 = 0,000467 (4,795832/4,795830)^{1/2} = 0,000467$$

$$b_3 = -0,000453 (4,795832/4,795831)^{1/2} = -0,000453$$

$$b_4 = -0,000023 (4,795832/4,795832)^{1/2} = -0,000023$$

$$b_5 = 0,000011 (4,795832/4,795832)^{1/2} = 0,000011$$

$$b_6 = -0,000001 (4,795832/4,795832)^{1/2} = -0,000001$$

$$b_7 = 0,000002 (4,795832/4,795828)^{1/2} = 0,000002$$

$$b_8 = 0,000000 (4,795832/4,795831)^{1/2} = 0,000000$$

$$b_9 = 0,000001 (4,795832/4,795832)^{1/2} = 0,000001$$

Sedangkan nilai dugaan b_0 di dapat dari rumus sebagai berikut :

$$b_0 = \bar{Y} + \sum_{i=1}^P b_i \bar{Z}_i$$

$$= 12,909 + 0,000007$$

$$= 12,909007$$

Akhirnya diperoleh persamaan terakhir sebagai berikut :

$$\ln \hat{Y} = 12,909007 + 0,000001 \ln X_1 + 0,000467 \ln X_2 - 0,000453 \ln X_3 - 0,000023 \ln X_4 + 0,000011 \ln X_5 - 0,000001 \ln X_6 + 0,000002 \ln X_7 + 0,000000 \ln X_8 + 0,000001 \ln X_9$$

1. Uji Koefisien Serentak Regresi Gulud

Dari hasil pengolahan data di dapat tabel anova sebagai berikut :

Dengan hipotesis :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

$$H_1 : \text{minimum ada satu } \beta_j \neq 0 \quad j = 1, 2, \dots, k$$

Tabel 4.11. Anova (Ridge Regression) Metode Cobb-Douglas

Sumber variasi	SS	df	MS	F-ratio
Regresi	0,12988	9	0,01443	3,35581
Residual	0,06020	14	0,00430	
Total	0,19008	23		

Kesimpulan :

Dengan $\alpha = 5\%$, $F_{\text{tabel}} = F_{(9,14)} = 2,65$ dan

$$F_{\text{ratio}} = 3,35581$$

Berarti $F_{\text{ratio}} > F_{\text{tabel}}$

Maka dapat disimpulkan bahwa paling sedikit ada satu variabel bebas (X_i) yang memberikan pengaruh terhadap variabel tak bebas (Y).

2. Pengujian Koefisien Regresi Secara Individu

Uji hipotesis :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

dengan $\alpha = 5\%$ dan $t_{tabel} = t_{(14);0,025} = 2,145$

Uji Statistik :

Tabel 4.12. Uji Parsial (Ridge Regression) Metode Cobb-Douglas

Predictor	Coef	Stdev	t-ratio	Kesimpulan
X ₁	0,000001	0,3000	0,000003	diterima
X ₂	0,000467	36,4383	0,000012	diterima
X ₃	-0,000453	36,5565	-0,000012	diterima
X ₄	-0,000023	5,8318	-0,000004	diterima
X ₅	0,000011	0,0000	3,666667	ditolak
X ₆	-0,000001	0,7211	0,000001	diterima
X ₇	0,000002	0,4123	0,000005	diterima
X ₈	0,000000	0,10000	0,000000	diterima
X ₉	0,000001	0,50990	0,000002	diterima

3. Koefisien Determinasi

Didapatkan nilai R^2 sebesar 68,33%, artinya besarnya sumbangan variabel-variabel bebas (X_i) terhadap varian (naik turunnya) jumlah produksi semen (Y) atau jumlah keragaman yang dapat dijelaskan oleh persamaan regresi adalah sebesar 68,33%, sehingga dapat disimpulkan bahwa model sangat baik karena nilai residualnya 31,67%.

4. Pengujian /Penelusuran Asumsi-asumsi

Pengujian asumsi-asumsi untuk menunjukkan kemungkinan adanya asumsi yang tidak terpenuhi adalah sebagai berikut :

a. Penelusuran Asumsi Heterokedastisitas

Untuk mendeteksi ada atau tidak ada kasus heterokedastisitas digunakan uji glejser, dengan hipotesis :

$$H_0 : \alpha_1^2 = \alpha_2^2 = \alpha_3^2 = \alpha^2$$

$$H_1 : \text{sekurang-kurangnya ada satu } \alpha_t^2 \neq \alpha^2$$

Dengan meregresikan absolut e_i terhadap X yang diperkirakan mempunyai hubungan erat dengan α_t^2 . Dengan tingkat kepercayaan 5%, terlihat (lampiran 10) nilai probabilitas thitung variabel bebas lebih besar ($>$) dari 5%, maka terima H_0 yang berarti asumsi adanya kasus heterokedastisitas dalam residual tidak terpenuhi.

b. Penelusuran Asumsi Autokorelasi

Untuk mendeteksi adanya kasus autokorelasi secara visual dapat digunakan plot ACF dari residualnya dengan batasan interval $(-1,96/\sqrt{n}, 1,96/\sqrt{n}) = (-0,41, 0,41)$ dan $n = 24$. Ternyata semua lag masuk dalam batasan interval (lampiran 10), sehingga galatnya dapat dikatakan independen.

c. Penelusuran Asumsi Kenormalan

Pada lampiran (10) didapatkan korelasi antara residual dan nscore adalah 0,964. Dan dari tabel dengan $n=24$

dan $\alpha = 5\%$ didapatkan $r_{tabel} = r_{(24;0,05)} = 0,956$. Dengan hipotesis :

H_0 : Residual berdistribusi normal

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal

Maka H_0 diterima jika $r_{hit} > r_{tabel}$, dari perhitungan di atas didapatkan kesimpulan bahwa residual dari model berdistribusi normal dengan mean 0 dan varian σ^2 .

d. Penelusuran Asumsi Multikolinearitas

Dari uji parsial pada tabel 4.12 hanya variabel bahan baku gypsum yang signifikan, artinya hanya variabel gypsum yang memberikan sumbangan yang cukup berarti terhadap jumlah produksi semen sedangkan jika secara bersama-sama/serentak variabel bebas tersebut berpengaruh terhadap variabel tak bebas.

4.2. Pembahasan

Untuk menduga fungsi produksi semen Gresik digunakan 4 metode, yaitu OLS, Cobb-Douglas, PCA, dan Ridge Regression. Dalam hal ini OLS dan Cobb-Douglas digunakan untuk pendugaan pertama sedangkan PCA dan Ridge Regression untuk mengatasi masalah multikolinearitas yang timbul pada pendugaan pertama. Dari kedua metode yang digunakan untuk mengatasi kasus multikolinearitas pada penelitian kali ini, metode yang terbaik dan sesuai untuk pendugaan OLS dan Cobb-Douglas adalah analisis komponen utama, sedangkan pendugaan

untuk fungsi produksi yang terbaik adalah metode Cobb-Douglas. Hal ini dapat dilihat dari tabel berikut ini :

Tabel 4.13. Perbandingan antara OLS, Cobb-Douglas, PCA, dan Ridge Regression

Metode	OLS		Cobb-Douglas	
	PCA	Regresi Gulud	PCA	Regresi Gulud
Variabel	Koefisien			
X_1	0,044	-0,000000	0,045	0,000001
X_2	0,234	0,000143	0,046	0,000467
X_3	0,877	0,000057	0,046	-0,000453
X_4	3,506	-0,002290	0,046	-0,000023
X_5	2,806	0,000054	0,125	0,000011
X_6	0,095	-0,000002	0,173	-0,000001
X_7	0,021	-0,000000	0,024	0,000002
X_8	0,069	0,000001	0,019	0,000000
X_9	0,0004	0,000000	0,068	0,000001
MSE	25141034	1,697928E+09	0,00014	0,0043
R^2	95,6%	89,68%	96,0%	68,33%

Dari perbandingan antara metode PCA dan Regresi Gulud ternyata metode analisis komponen utama adalah metode yang paling sesuai, hal ini dapat dilihat dari nilai R^2 nya yang paling besar. Selain itu regresi gulud juga tidak dapat dipilih karena uji parsialnya tidak signifikan. Sedangkan metode pendugaan pertama yang paling sesuai adalah metode Cobb-Douglas, hal ini dapat dilihat dari R^2 -nya yang besar. Selain itu juga dapat dilihat dari analisis data pada sub bab lalu dimana semua nilai $|t\text{-rasio}|$ semuanya menolak H_0 . Akhirnya fungsi produksi yang diharapkan adalah :

semuanya menolak H_0 . Akhirnya fungsi produksi yang diharapkan adalah :

$$\hat{Y} = 276,995 (X_1 X_2 X_3 X_4)^{0,046} X_5^{0,125} X_6^{0,173} X_7^{0,024} X_8^{0,019} X_9^{0,068}$$

Dari pengujian asumsi yang telah dilakukan pada sub bab lalu didapatkan bahwa semua asumsi klasik telah terpenuhi.

Jumlah produksi semen Gresik dipengaruhi oleh bahan baku batu kapur, bahan baku tanah liat, bahan baku pasir besi, bahan baku pasir silika, bahan baku gypsum, biaya pemakaian listrik, biaya pemakaian bahan bakar, upah/gaji pegawai dan biaya produksi. Dari model diatas bukan berarti tidak ada keterkaitan antara variabel bebasnya, karena setiap perubahan variabel bebas yang satu selalu diikuti dengan perubahan variabel bebas yang lain.

Model yang telah tertulis diatas hanya menunjukkan pola hubungannya saja, dan tidak dapat digunakan untuk meramalkan. Tanda pada model diatas menunjukkan pola hubungan adalah bahwa setiap penambahan faktor-faktor produksi (bahan baku batu kapur, tanah liat, pasir besi, pasir silika, biaya pemakaian listrik, biaya pemakaian bahan bakar, upah/gaji pegawai, dan biaya produksi akan meningkatkan jumlah produksi semen.

Sedangkan untuk interpretasi digunakan model sebagai berikut :

$$\ln \hat{Y} = 12,9 - 0,0207W_1$$

Yang artinya bahwa setiap penambahan 1 satuan W_1 (terdiri dari variabel bahan baku batu kapur, bahan baku tanah liat, bahan baku pasir besi, bahan baku pasir silika, bahan baku

gypsum, biaya pemakaian listrik, biaya pemakaian bahan bakar, upah/gaji pegawai dan biaya produksi) akan menurunkan jumlah produksi semen sebesar 0,0207 satuan.

Variabel bahan baku batu kapur, tanah liat, pasir besi dan variabel bahan baku pasir silika saling berhubungan satu sama lain (merupakan satu satuan). Setiap perubahan 1 satuan variabel bahan baku batu kapur akan merubah variabel tanah liat, pasir besi dan pasir silika sebesar 1 satuan. Dari kesembilan komponen yang ada ternyata komponen pertama sudah cukup memberikan gambaran pada model.

Hubungan antara input dan output ini dapat diformulasikan oleh sebuah fungsi produksi yang dalam bentuk matematisnya dapat ditulis sebagai berikut :

$$\ln \hat{Y} = 5,624 + 0,045 \ln X_1 + 0,046 \ln X_2 + 0,046 \ln X_3 + \\ 0,046 \ln X_4 + 0,125 \ln X_5 + 0,173 \ln X_6 + 0,024 \ln X_7 \\ + 0,019 \ln X_8 + 0,068 \ln X_9$$

TUGAS AKHIR



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang telah dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bertitik tolak dari analisa data yang telah dilakukan pada bab itu maka metode pendugaan pertama yang terbaik adalah metode Cobb-Douglas, sedangkan metode yang terbaik untuk mengatasi kasus multikolinearitas yang timbul adalah Ridge Regression. Persamaan yang diperoleh adalah :

$$\hat{Y} = 276,995 (X_1 X_2 X_3 X_4)^{0,046} X_5^{0,125} X_6^{0,173} X_7^{0,024} X_8^{0,019} X_9^{0,008}$$

2. Jumlah produksi semen secara langsung dipengaruhi oleh bahan baku batu kapur (X_1), tanah liat (X_2), pasir besi (X_3), dan pasir silika (X_4) yang saling berhubungan satu dengan yang lain.

Adapun hubungan antar bahan baku tersebut adalah berbentuk suatu perbandingan :

$$X_1 : X_2 : X_3 : X_4 = 80 : 15 : 4 : 1$$

Selain itu hasil produksi juga dipengaruhi oleh bahan baku gypsum (X_5), biaya pemakaian listrik (X_6), biaya pemakaian bahan bakar (X_7), upah/gaji pegawai (X_8), dan biaya produksi (X_9).

5.2. Saran

Berdasarkan analisis statistik dalam pendugaan fungsi produksi semen Gresik, maka penulis berikan saran bagi para peneliti yang menggunakan data serupa untuk memperkembangkan Metode Analisis Lanjut antara lain "Metode Analisis Campuran".

TUGAS AKHIR



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- 1.Semen Gresik. 1997. "Laporan Tahunan (Annual Report)", Penerbit PT. Semen Gresik Tbk.
- 2.Drapper,N. dan H. Smith. 1992. "Analisis Regresi Terapan", Edisi Kedua, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- 3.Supranto. J. 1993. "Ekonometrik", Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.
- 4.Richard, A.B. 1986. "Teori Mikro Ekonomi", Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- 5.Sukartawi. 1990. "Teori Ekonomi Produksi", Penerbit Fakultas Ekonomi UI, Jakarta.

TUGAS AKHIR



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

DATA ASLI FUNGSI PRODUKSI SEMEN GRESIK

TAHUN 1996-1997

Y	X1	X2	X3	X4
375243	309870	58100	15493	3873
382311	316091	59267	15804	3951
378100	392195	58536	15609	3902
384501	318026	59629	15901	3975
380122	313848	58846	15692	3923
385055	325502	61031	16275	4068
386011	330752	62016	16537	4134
380930	314704	59007	15735	3933
385313	328792	61648	16439	4109
390033	336940	63176	16847	4211
388403	334380	62696	16719	4179
391005	342272	64176	17113	4278
399524	407280	76365	20364	5091
406136	412523	77498	20606	5166
411917	426152	79059	21082	5270
415030	427591	80173	21379	5344
425177	437772	82082	21888	5472
420918	432444	81083	21622	5405
426273	448660	84123	22433	5608
430233	454211	85164	22710	5677
432314	458723	86010	22936	5734
441301	461373	86507	23068	5767
445416	464266	87049	23213	5803
448625	467376	87633	23368	5842

Keterangan :

Y = Jumlah produksi semen gresik (satuan ton)

X₁ = Jumlah bahan baku batu kapur (satuan ton)

X₂ = Jumlah bahan baku tanah liat (satuan ton)

X₃ = Jumlah bahan baku pasir besi (satuan ton)

X₄ = Jumlah bahan baku pasir silika (satuan ton)

DATA ASLI FUNGSI PRODUKSI SEMEN GRESIK

TAHUN 1996-1997 (lanjutan)

X5	X6	X7	X8	X9
15009	1005022	296105	176143	58071177
15292	1011433	302287	179014	59019987
15124	1018016	299419	181997	60945556
15380	1023697	304111	185111	62900111
15204	1033034	307342	183067	62101055
15402	1019112	309507	189467	63167999
15440	1038991	310689	193431	64701999
15237	1045333	314211	190011	63817164
15412	1050022	312434	195121	65641234
15601	1052145	315566	197551	66111454
15536	1056336	317001	198988	69809977
15640	1060118	319413	199011	71217879
15980	1059675	547009	250108	68568897
16245	1062446	550988	245099	71096597
16476	1068312	549009	253433	70611099
16601	1065885	552135	259698	73001881
17007	1069913	555121	256112	72978443
16836	1073211	554319	268411	72405011
17050	1077466	560201	266177	74763054
17209	1085101	556044	270044	73891087
17292	1082959	558010	271901	77101916
17652	1088145	561417	273009	80409987
17816	1095310	562781	274901	82801401
17945	1099159	563155	275515	85001033

Keterangan :

X₅ = Jumlah bahan baku gypsum (satuan ton)

X₆ = Biaya pemakaian listrik (satuan ribuan Rp.)

X₇ = Biaya pemakaian bahan bakar (satuan ribuan Rp.)

X₈ = Upah/gaji pegawai (satuan ribuan Rp.)

X₉ = Biaya produksi (satuan ribuan Rp.)

LAMPIRAN 2

DATA FUNGSI PRODUKSI SEMEN GRESIK DALAM LN

ln Y	ln X ₁	ln X ₂	ln X ₃	ln X ₄
12.8353	12.6439	10.9699	9.6481	8.2617
12.8539	12.6637	10.9898	9.6686	8.2817
12.8429	12.8795	10.9773	9.6556	8.2692
12.8597	12.6698	10.9958	9.6741	8.2877
12.8482	12.6566	10.9826	9.6609	8.2746
12.8611	12.6793	11.0191	9.6973	8.3109
12.8636	12.7091	11.0365	9.7133	8.3270
12.8503	12.6593	10.9854	9.6636	8.2771
12.8618	12.7031	11.0291	9.7074	8.3091
12.8739	12.7276	11.0536	9.7319	8.3454
12.8698	12.7200	11.0460	9.7243	8.3378
12.8764	12.7433	11.0693	9.7476	8.3612
12.8980	12.9172	11.2432	9.9215	8.5352
12.9144	12.9300	11.2579	9.9362	8.5498
12.9285	12.9519	11.2779	9.9562	8.5697
12.9361	12.9659	11.2919	9.9702	8.5837
12.9602	12.9894	11.3154	9.9937	8.6073
12.9501	12.9772	11.3032	9.9815	8.5950
12.9628	13.0140	11.3400	10.0182	8.6319
12.9720	13.0263	11.3523	10.0305	8.6441
12.9769	13.0362	11.3622	10.0404	8.6541
12.9974	13.0419	11.3679	10.0462	8.6599
13.0067	13.0482	11.3727	10.0524	8.6661
13.0139	13.0548	11.3809	10.0591	8.6728

Keterangan :

ln Y = Jumlah produksi semen gresik (satuan ton)

ln X₁ = Jumlah bahan baku batu kapur (satuan ton)

ln X₂ = Jumlah bahan baku tanah liat (satuan ton)

ln X₃ = Jumlah bahan baku pasir besi (satuan ton)

ln X₄ = Jumlah bahan baku pasir silika (satuan ton)

DATA FUNGSI PRODUKSI SEMEN GRESIK DALAM LN

(lanjutan)

ln X5	ln X6	ln X7	ln X8	ln X9
9.6164	13.8205	12.5984	12.0790	17.8771
9.6350	13.8268	12.6191	13.0952	17.8933
9.6240	13.8333	12.6090	12.1117	17.9254
9.6408	13.8389	12.6251	12.1287	17.9570
9.6293	13.8480	12.6357	12.1176	17.9442
9.6421	13.8344	12.6427	12.1519	17.9613
9.6447	13.8537	12.6465	12.1726	17.9853
9.6314	13.8598	12.6578	12.1548	17.9715
9.6429	13.8643	12.6521	12.1813	17.9997
9.6550	13.8663	12.6621	12.1937	18.0068
9.6509	13.8703	12.6666	12.2009	18.0612
9.6575	13.8738	12.6742	12.2011	18.0812
9.6790	13.8734	13.2122	12.4296	18.0433
9.6955	13.8760	13.2194	12.4094	18.0795
9.7096	13.8815	13.2158	12.4428	18.0726
9.7172	13.8793	13.2226	12.4672	18.1059
9.7413	13.8830	13.2269	12.4533	18.1056
9.7311	13.8861	13.2254	12.5002	18.0977
9.7439	13.8901	13.2360	12.4919	18.1298
9.7531	13.8971	13.2286	12.5063	18.1181
9.7578	13.8952	13.2321	12.5131	18.1606
9.7786	13.9990	13.2382	12.5172	18.2026
9.7878	13.9065	13.2406	12.5241	18.2234
9.7950	13.9100	13.2413	12.5263	18.2581

Keterangan :

ln X₅ = Jumlah bahan baku gypsum (satuan ton)

ln X₆ = Biaya pemakaian listrik (satuan ribuan Rp.)

ln X₇ = Biaya pemakaian bahan bakar (satuan ribuan Rp.)

ln X₈ = Upah/gaji pegawai (satuan ribuan Rp.)

ln X₉ = Biaya produksi (satuan ribuan Rp.)

LAMPIRAN 3

(MODEL OLS)

MEMERIKSA KASUS MULTIKOLINEARITAS

Correlations (Pearson)

	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
X1	0.935							
X2	0.970	0.965						
X3	0.970	0.965	1.000					
X4	0.970	0.965	1.000	1.000				
X5	1.000	0.935	0.970	0.970	0.970			
X6	0.913	0.849	0.903	0.904	0.903	0.913		
X7	0.900	0.944	0.975	0.974	0.975	0.900	0.838	
X8	0.952	0.959	0.994	0.994	0.994	0.952	0.908	0.982
X9	0.949	0.862	0.904	0.904	0.904	0.949	0.959	0.817
	X8							
X9	0.893							

Regression Analysis

The regression equation is

$$Y = 28 - 0.000132 X1 - 0.844 X2 - 0.020 X3 + 12.7 X4 + 25.0 X5 - 0.000142 X6 - 0.000078 X7 + 0.000587 X8 - 0.000001 X9$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	28.2	266.2	0.11	0.917
X1	-0.00013228	0.00009253	-1.43	0.175
X2	-0.8439	0.4277	-1.97	0.069
X3	-0.0196	0.1708	-0.11	0.910
X4	12.749	6.618	1.93	0.075
X5	24.9886	0.0133	1877.66	0.000
X6	0.0001423	0.0002571	0.55	0.589
X7	-0.0000782	0.0001319	-0.59	0.563
X8	0.0005865	0.0006694	0.88	0.396
X9	-0.00000120	0.00000110	-1.09	0.294

S = 6.838 R-Sq = 100.0% R-Sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	13109277153	1456586350	3.115E+07	0.000
Error	14	655	47		
Total	23	13109277808			

Source	DF	Seq SS
X1	1	11450042401
X2	1	887228641
X3	1	102023418
X4	1	3743190
X5	1	666239415
X6	1	4
X7	1	0
X8	1	28
X9	1	55

MEMERIKSA KASUS HETEROKEDASTISITAS

Regression Analysis

C12 = nilai absolut residual

The regression equation is

$$C12 = -163 - 0.000036 X1 - 0.011 X2 + 0.133 X3 - 0.37 X4 + 0.00836 X5 + 0.000122 X6 + 0.000111 X7 - 0.000513 X8 - 0.000000 X9$$

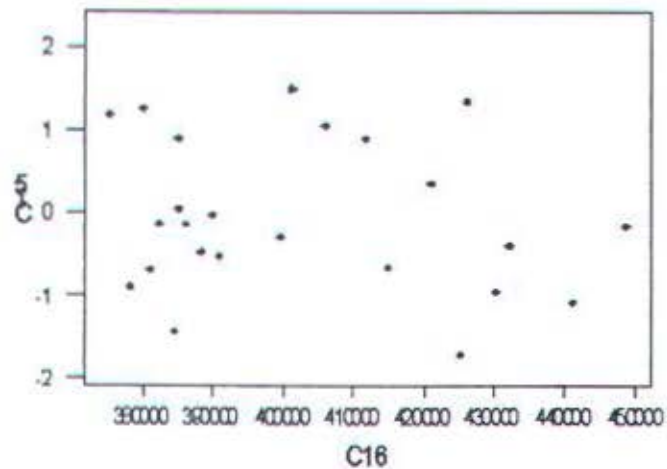
Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	-163.5	138.7	-1.18	0.258
X1	-0.00003565	0.00004822	-0.74	0.472
X2	-0.0108	0.2229	-0.05	0.962
X3	0.13341	0.08899	1.50	0.156
X4	-0.371	3.449	-0.11	0.916
X5	0.008357	0.006936	1.20	0.248
X6	0.0001217	0.0001340	0.91	0.379
X7	0.00011112	0.00006875	1.62	0.128
X8	-0.0005128	0.0003488	-1.47	0.164
X9	-0.00000022	0.00000057	-0.39	0.701

S = 3.564 R-Sq = 37.4% R-Sq(adj) = 0.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	106.40	11.82	0.93	0.528
Error	14	177.80	12.70		
Total	23	284.20			

Source	DF	Seq SS
X1	1	10.31
X2	1	13.94
X3	1	19.84
X4	1	9.83
X5	1	8.64
X6	1	1.45
X7	1	11.39
X8	1	29.05
X9	1	1.95

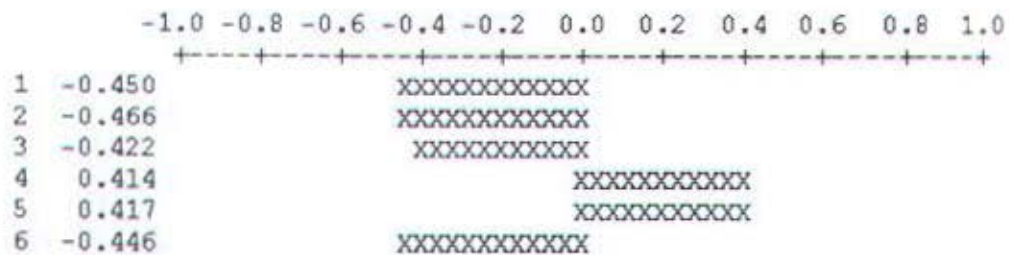


MEMERIKSA KASUS AUTOKORELASI

Durbin-Watson statistic = 2.43

Autocorrelation Function

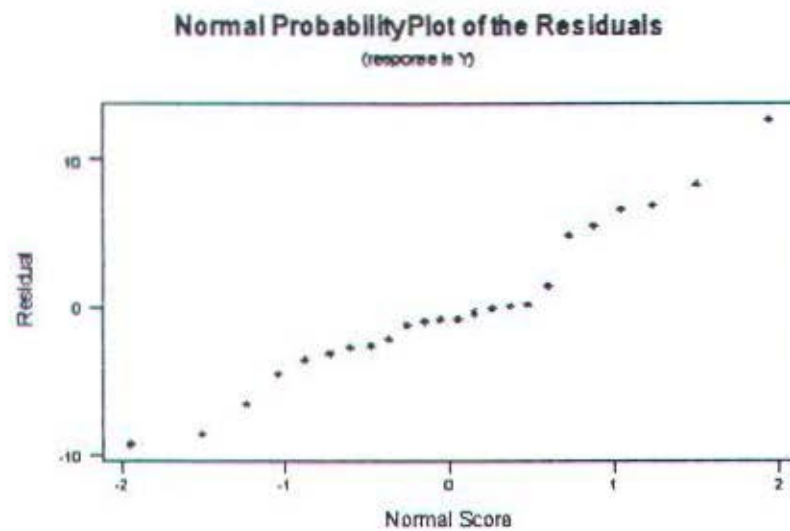
ACF of C11



MEMERIKSA KENORMALAN DATA

Correlations (Pearson)

Correlation of C11 and C14 = 0.976



LAMPIRAN 4

(MODEL OLS)

MENYELESAIKAN KASUS MULTIKOLINEARITAS (PCA)

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
Y	24	404579	395264	403910	23874	4873
X1	24	385906	399737	385659	60516	12353
X2	24	71703	70270	71597	11666	2381
X3	24	19118	18738	19090	3110	635
X4	24	4780	4685	4773	778	159
X5	24	16183	15810	16156	955	195
X6	24	1055868	1059897	1056212	26946	5500
X7	24	432428	433211	432682	126232	25767
X8	24	226388	222055	226439	39180	7998
X9	24	69589000	70210538	69411990	7268243	1483624

Variable	Min	Max	Q1	Q3
Y	375243	448625	384640	425999
X1	309870	467376	326325	445938
X2	58100	87633	59980	83613
X3	15493	23368	15994	22297
X4	3873	5842	3998	5574
X5	15009	17945	15385	17039
X6	1005022	1099159	1034523	1076402
X7	296105	563155	309803	555813
X8	176143	275515	189603	267853
X9	58071177	85001033	63330290	73668785

Matrix M1

1.00000	0.96500	0.96502	0.96500	0.93456	0.84937	0.94410	0.95921
0.96500	1.00000	0.99999	1.00000	0.97005	0.90337	0.97481	0.99442
0.96502	0.99999	1.00000	0.99999	0.97039	0.90353	0.97442	0.99442
0.96500	1.00000	0.99999	1.00000	0.97006	0.90332	0.97480	0.99440
0.93456	0.97005	0.97039	0.97006	1.00000	0.91252	0.90016	0.95188
0.84937	0.90337	0.90353	0.90332	0.91252	1.00000	0.83848	0.90843
0.94410	0.97481	0.97442	0.97480	0.90016	0.83848	1.00000	0.98166
0.95921	0.99442	0.99442	0.99440	0.95188	0.90843	0.98166	1.00000
0.86159	0.90419	0.90438	0.90417	0.94874	0.95881	0.81722	0.89278

0.86159
0.90419
0.90438
0.90417
0.94874
0.95881
0.81722

0.89278
1.00000

Data Display
Matrix M2

-0.330770	-0.251360	0.425135	0.802446	-0.039252	0.034231	-0.006149
-0.341238	-0.137757	0.002347	-0.179087	-0.082423	-0.286696	-0.279699
-0.341250	-0.136448	0.005498	-0.179966	-0.093489	-0.298560	-0.255220
-0.341235	-0.137865	0.002753	-0.179329	-0.082277	-0.286196	-0.281228
-0.335083	0.160620	0.515749	-0.399862	-0.375263	0.512077	0.181593
-0.319849	0.543587	-0.552296	0.303487	-0.407724	0.156927	-0.119196
-0.329387	-0.424887	-0.385781	-0.070177	0.426292	0.602781	-0.109417
-0.339875	-0.159785	-0.236109	-0.047315	-0.019900	-0.286644	0.847357
-0.320406	0.594029	0.208839	-0.017457	0.697835	-0.115020	0.018281
-0.000142	-0.000014					
-0.425684	-0.695756					
0.817905	-0.022990					
-0.386298	0.717908					
-0.003766	-0.000045					
0.001212	0.000077					
0.013439	-0.000683					
-0.019737	0.001617					
0.003653	-0.000130					

C26

8.51510	0.31741	0.08820	0.05023	0.02035	0.00475	0.00396	0.00001
0.00000							

Principal Component Analysis

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	8.5151	0.3174	0.0882	0.0502	0.0203	0.0048
Proportion	0.946	0.035	0.010	0.006	0.002	0.001
Cumulative	0.946	0.981	0.991	0.997	0.999	1.000

Eigenvalue	0.0040	0.0000	0.0000
Proportion	0.000	0.000	0.000
Cumulative	1.000	1.000	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
C17	-0.331	-0.251	0.425	0.802	-0.039	0.034
C18	-0.341	-0.138	0.002	-0.179	-0.082	-0.287
C19	-0.341	-0.136	0.005	-0.180	-0.093	-0.299
C20	-0.341	-0.138	0.003	-0.179	-0.082	-0.286
C21	-0.335	0.161	0.516	-0.400	-0.375	0.512
C22	-0.320	0.544	-0.552	0.303	-0.408	0.157
C23	-0.329	-0.425	-0.386	-0.070	0.426	0.603
C24	-0.340	-0.160	-0.236	-0.047	-0.020	-0.287
C25	-0.320	0.594	0.209	-0.017	0.698	-0.115

Variable	PC7	PC8	PC9
C17	-0.006	-0.000	-0.000
C18	-0.280	-0.426	-0.696
C19	-0.255	0.818	-0.023
C20	-0.281	-0.386	0.718
C21	0.182	-0.004	-0.000
C22	-0.119	0.001	0.000
C23	-0.109	0.013	-0.001
C24	0.847	-0.020	0.002
C25	0.018	0.004	-0.000

Regression Analysis

The regression equation is
 $Y = 404579 - 8000 \text{ C67}$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	404579	1044	387.66	0.000
C67	-8000.0	365.3	-21.90	0.000

S = 5113 R-Sq = 95.6% R-Sq(adj) = 95.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	12534175051	12534175051	479.48	0.000
Error	22	575102757	26141034		
Total	23	13109277808			

LAMPIRAN 5

(MODEL OLS)

MENYELESAIKAN KASUS MULTIKOLINEARITAS (REGRESI GULUD)

DATA YANG SUDAH DISTANDARKAN

Data Display

Row	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23
1	-1.22877	-1.25645	-1.16606	-1.16575	-1.16584	-1.22910	-1.88699
2	-0.93272	-1.15365	-1.06603	-1.06574	-1.06556	-0.93276	-1.64907
3	-1.10911	0.10392	-1.12869	-1.12845	-1.12856	-1.10868	-1.40477
4	-0.84099	-1.12168	-1.03500	-1.03455	-1.03470	-0.84061	-1.19393
5	-1.02441	-1.19072	-1.10211	-1.10176	-1.10156	-1.02491	-0.84742
6	-0.81778	-0.99814	-0.91482	-0.91427	-0.91513	-0.81757	-1.36409
7	-0.77774	-0.91139	-0.83038	-0.83002	-0.83028	-0.77778	-0.62635
8	-0.99057	-1.17657	-1.08831	-1.08793	-1.08870	-0.99035	-0.39099
9	-0.80698	-0.94378	-0.86193	-0.86153	-0.86242	-0.80710	-0.21697
10	-0.60927	-0.80913	-0.73095	-0.73033	-0.73128	-0.60919	-0.13818
11	-0.67755	-0.85144	-0.77209	-0.77149	-0.77242	-0.67725	0.01735
12	-0.56856	-0.72103	-0.64522	-0.64479	-0.64514	-0.56835	0.15771
13	-0.21173	0.35319	0.39962	0.40068	0.40011	-0.21231	0.14127
14	0.06523	0.43983	0.49674	0.47850	0.49654	0.06519	0.24411
15	0.30737	0.66504	0.63055	0.63158	0.63025	0.30708	0.46180
16	0.43777	0.68882	0.72604	0.72709	0.72539	0.43797	0.37173
17	0.86279	0.85706	0.88969	0.89077	0.88996	0.86312	0.52122
18	0.68439	0.76901	0.80405	0.80523	0.80382	0.68406	0.64361
19	0.90870	1.03698	1.06464	1.06603	1.06481	0.90815	0.80152
20	1.07457	1.12870	1.15388	1.15511	1.15352	1.07465	1.08487
21	1.16173	1.20326	1.22640	1.22779	1.22680	1.16156	1.00538
22	1.53817	1.24705	1.26900	1.27024	1.26923	1.53854	1.19784
23	1.71053	1.29486	1.31546	1.31687	1.31552	1.71027	1.46375
24	1.84494	1.34625	1.36552	1.36672	1.36566	1.84536	1.60659

Row	C24	C25	C26
1	-1.07994	-1.28243	-1.58468
2	-1.03097	-1.20916	-1.45414
3	-1.05369	-1.13302	-1.18921
4	-1.01652	-1.05354	-0.92029
5	-0.99092	-1.10571	-1.03023
6	-0.97377	-0.94236	-0.88343
7	-0.96441	-0.84118	-0.67238
8	-0.93651	-0.92847	-0.79412
9	-0.95058	-0.79805	-0.54315
10	-0.92577	-0.73603	-0.47846

11	-0.91440	-0.69935	0.03040
12	-0.89530	-0.69876	0.22411
13	0.90770	0.60541	-0.14035
14	0.93922	0.47756	0.20742
15	0.92354	0.69027	0.14063
16	0.94831	0.85018	0.46956
17	0.97196	0.75865	0.46634
18	0.96561	1.07256	0.38744
19	1.01221	1.01554	0.71187
20	0.97927	1.11424	0.59190
21	0.99485	1.16164	1.03366
22	1.02184	1.18992	1.48880
23	1.03264	1.23821	1.81783
24	1.03561	1.25388	2.12046

```

MTB > set c40
DATA> -0.000132 -0.844 -0.020 12.7 25.0 0.000142 -0.000078 0.000587 -
0.000001
DATA> end
MTB > set c41
DATA> 4.795832 4.795833 4.795831 4.795830 4.795835 4.795832 4.795830
4.795831 4.795830
DATA> end

```

Data Display

Row	C40	C41
1	-0.0001	4.79583
2	-0.8440	4.79583
3	-0.0200	4.79583
4	12.7000	4.79583
5	25.0000	4.79584
6	0.0001	4.79583
7	-0.0001	4.79583
8	0.0006	4.79583
9	-0.0000	4.79583

```

MTB > let c42 = c40*c41
MTB > copy c42 m1
MTB > print m1 = NILAI ((bz(0))

```

Data Display

Matrix M1

```

-0.001
-4.048
-0.096
60.907
119.896

```

```
0.001
-0.000
0.003
-0.000
```

```
MTB > trans m1 m2
MTB > mult m2 m1 m3
ANSWER =      18101.0814      NILAI (bz(0))' (bz(0))
MTB > let c43 = 9*47
MTB > print c43
```

Data Display

```
C43
    423      NILAI r x MSE
```

```
MTB > copy m3 c44
MTB > let k1 = c43/c44
MTB > print c44
```

Data Display

```
C44
    18101.1
```

```
MTB > print k1
```

Data Display

```
K1      0.0233688
MTB > set c37
DATA> (1) 24
DATA> end
MTB > copy c17 c18-c26 m1      = NILAI Z
MTB > trans m1 m2              = NILAI Z'
MTB > mult m2 m1 m3            = Matrik Z'Z
MTB > invert m3 m4             = INVERS Z'Z
MTB > let k1 = 0.0233688
MTB > read c37-c46
DATA> 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
DATA> 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
DATA> 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
DATA> 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
DATA> 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
DATA> 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
DATA> 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
DATA> 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
DATA> 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
DATA> 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
DATA> end
      10 rows read.
```



```

MTB > copy c37-c46 m6
MTB > mult k1 m4 m5
MTB > add m6 m5 m7
MTB > invert m7 m8
MTB > copy c11 m9
MTB > mult m2 m9 m10
MTB > mult m4 m10 m11
MTB > print m11

```

Data Display

Matrix M11

```

1.00000
-0.00000
0.00000
-0.00000
-0.00000
0.00000
-0.00000
0.00000
-0.00000
-0.00000

```

```

MTB > mult m8 m11 m12
MTB > print m12

```

Data Display

Matrix M12

```

0.890213
-0.000000
0.000143
0.000057
-0.002290
0.000054
-0.000002
-0.000000
0.000001
0.000000

```

```

MTB > trans m8 m13
MTB > mult m8 m4 m14
MTB > mult m14 m13 m15
MTB > let k2 = 5.08251
MTB > let k3 = 47
MTB > mult k3 k2 k4
      Answer = 238.8780
MTB > mult m8 m11 m12

```

MTB > print m12

Data Display

Matrix M12

0.890213
-0.000000
0.000143
0.000057
-0.002290
0.000054
-0.000002
-0.000000
0.000001
0.000000

MTB > set c50

DATA> 404576.3305

DATA> -0.000000

DATA> 0.000143

DATA> 0.000057

DATA> -0.002290

DATA> 0.000054

DATA> -0.000002

DATA> -0.000000

DATA> -0.000001

DATA> 0.000000

DATA> end

MTB > copy c50 m16

MTB > trans m16 m17

MTB > subtr m8 m6 m18

MTB > trans m18 m19

MTB > mult m17 m19 m1

MTB > mult m18 m16 m2

MTB > mult m1 m2 k5

ANSWER =1697928258.1949

MTB > add k4 k5 k6

Answer = 1.697928E+09 = MSE baru

MTB > sum c38 k2

Column Sum

Sum of C38 = 206541467471

MTB > mult k4 m15 m20

MTB > print m20

Data Display

Matrix M20

4.18201	0.00000	-0.00531	-0.00215	0.08511	-0.00207	0.00006	0.00001
0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	-0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000
-0.00531	0.00000	0.00375	0.00038	-0.05764	0.00001	-0.00000	0.00000
-0.00215	-0.00000	0.00038	0.00062	-0.00817	-0.00001	0.00000	0.00000
0.08511	-0.00000	-0.05764	-0.00817	0.89613	-0.00014	0.00000	-0.00001
-0.00207	-0.00000	0.00001	-0.00001	-0.00014	0.00000	-0.00000	-0.00000
0.00006	0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000
0.00001	0.00000	0.00000	0.00000	-0.00001	-0.00000	0.00000	0.00000
-0.00004	-0.00000	-0.00000	-0.00000	0.00004	0.00000	-0.00000	-0.00000
-0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000	-0.00000	0.00000	-0.00000	0.00000
-0.00004	-0.00000						
-0.00000	-0.00000						
-0.00000	0.00000						
-0.00000	0.00000						
0.00004	-0.00000						
0.00000	0.00000						
-0.00000	-0.00000						
-0.00000	0.00000						
0.00000	-0.00000						
-0.00000	0.00000						

LAMPIRAN 6

(Penelusuran asumsi setelah dilakukan Analisis Komponen Utama)

MODEL OLS

MEMERIKSA KASUS HETEROKEDASTISITAS

Regression Analysis

C78 = nilai absolut residual

The regression equation is

$$C78 = 3666 - 390 C67$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	3666.1	649.5	5.64	0.000
C67	-390.1	227.4	-1.72	0.100

S = 3182 R-Sq = 11.8% R-Sq(adj) = 7.8%

Analysis of Variance

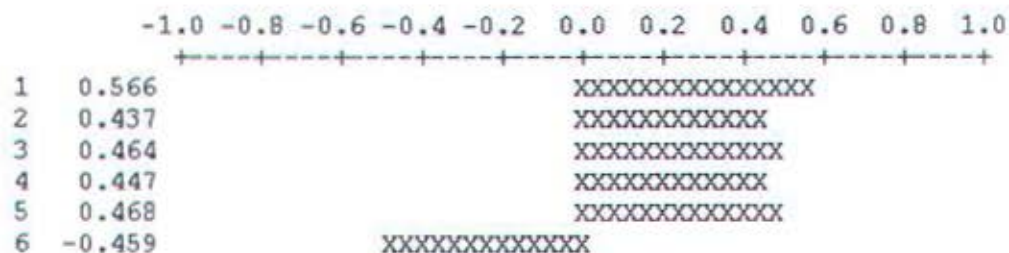
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	29802067	29802067	2.94	0.100
Error	22	222732967	10124226		
Total	23	252535034			

MEMERIKSA KASUS AUTOKORELASI

MTB > acf c77

Autocorrelation Function

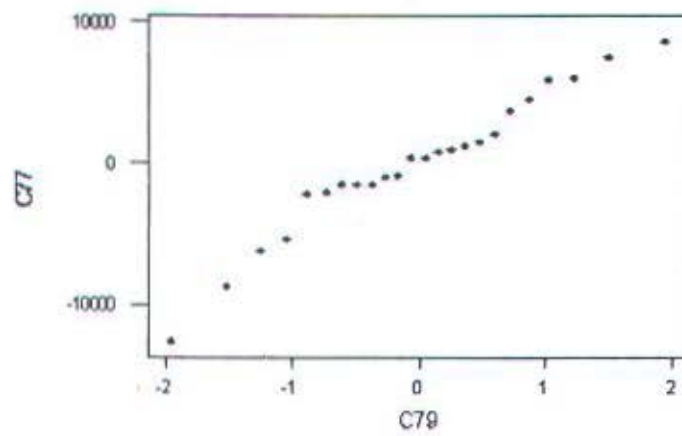
ACF of C77



MEMERIKSA KENORMALAN DATA

Correlations (Pearson)

Correlation of C77 and C79 = 0.978



LAMPIRAN 7

(MODEL COBB-DOUGLAS)

MEMERIKSA KASUS MULTIKOLINEARITAS

Correlations (Pearson)

	ln Y	ln X1	ln X2	ln X3	ln X4	ln X5	ln X6	ln X7
ln X1	0.927							
ln X2	0.967	0.958						
ln X3	0.968	0.958	1.000					
ln X4	0.968	0.958	1.000	1.000				
ln X5	1.000	0.927	0.967	0.968	0.967			
ln X6	0.820	0.736	0.780	0.780	0.779	0.821		
ln X7	0.905	0.941	0.978	0.978	0.979	0.905	0.711	
ln X8	0.543	0.500	0.548	0.549	0.550	0.543	0.347	0.548
ln X9	0.944	0.858	0.907	0.907	0.906	0.944	0.853	0.829
	ln X8							
ln X9	0.391							

Regression Analysis

The regression equation is

$$\ln Y = 3.24 - 0.000087 \ln X1 - 0.0014 \ln X2 + 0.0022 \ln X3 + 0.00056 \ln X4 + 0.999 \ln X5 - 0.00131 \ln X6 - 0.000309 \ln X7 - 0.000015 \ln X8 + 0.000061 \ln X9$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	3.24441	0.04954	65.49	0.000
ln X1	-0.0000866	0.0002765	-0.31	0.759
ln X2	-0.00139	0.03321	-0.04	0.967
ln X3	0.00222	0.03331	0.07	0.948
ln X4	0.000564	0.005308	0.11	0.917
ln X5	0.998533	0.001596	625.78	0.000
ln X6	-0.0013070	0.0006585	-1.98	0.067
ln X7	-0.0003090	0.0003752	-0.82	0.424
ln X8	-0.00001530	0.00007535	-0.20	0.842
ln X9	0.0000608	0.0004661	0.13	0.898

S = 0.00005842 R-Sq = 100.0% R-Sq(adj) = 100.0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	0.0782375	0.0086931	2.547E+06	0.000
Error	14	0.0000000	0.0000000		
Total	23	0.0782375			

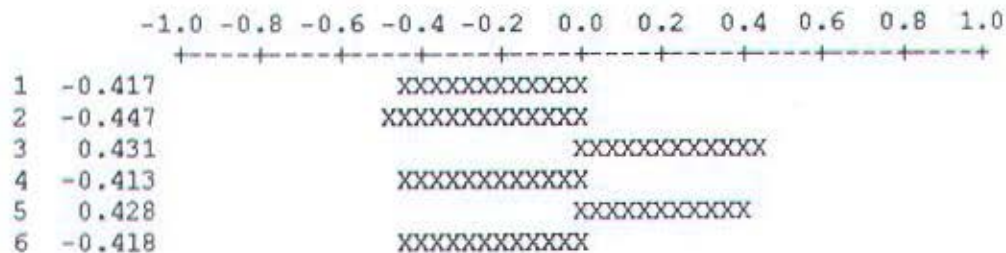
Source	DF	Seq SS
ln X1	1	0.0672051
ln X2	1	0.0060237
ln X3	1	0.0003285
ln X4	1	0.0000006
ln X5	1	0.0046796
ln X6	1	0.0000000
ln X7	1	0.0000000
ln X8	1	0.0000000
ln X9	1	0.0000000

MEMERIKSA KASUS AUTOKORELASI

Durbin-Watson statistic = 2.39

Autocorrelation Function

ACF of C13



MEMERIKSA KASUS HETEROKEDASTISITAS

Regression Analysis

C14 = nilai absolut residual

The regression equation is

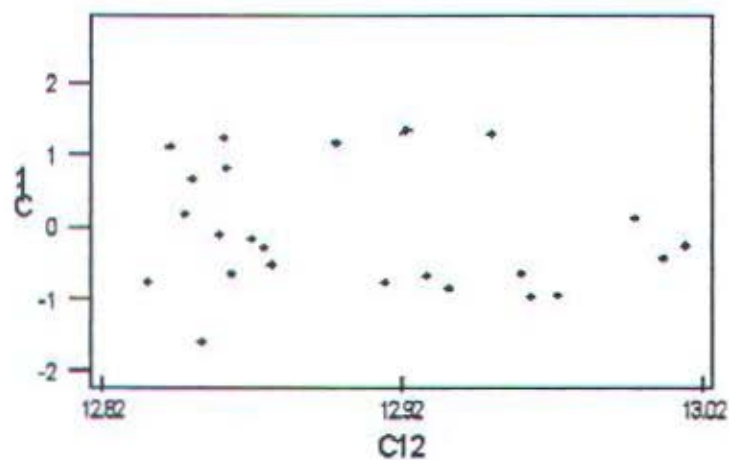
$$C14 = 0.0102 - 0.000105 \ln X1 + 0.0030 \ln X2 - 0.0037 \ln X3 + 0.00182 \ln X4 - 0.000934 \ln X5 - 0.000393 \ln X6 - 0.000240 \ln X7 - 0.000025 \ln X8 - 0.000193 \ln X9$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	0.01023	0.02420	0.42	0.679
ln X1	-0.0001052	0.0001351	-0.78	0.449
ln X2	0.00302	0.01622	0.19	0.855
ln X3	-0.00372	0.01627	-0.23	0.823
ln X4	0.001825	0.002593	0.70	0.493
ln X5	-0.0009338	0.0007794	-1.20	0.251
ln X6	-0.0003931	0.0003216	-1.22	0.242
ln X7	-0.0002402	0.0001833	-1.31	0.211
ln X8	-0.00002541	0.00003681	-0.69	0.501
ln X9	-0.0001931	0.0002277	-0.85	0.411

S = 0.00002854 R-Sq = 50.4% R-Sq(adj) = 18.5%
 Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	9	1.15834E-08	1.28704E-09	1.58	0.213
Error	14	1.14002E-08	8.14297E-10		
Total	23	2.29835E-08			

Source	DF	Seq SS
ln X1	1	2.88508E-09
ln X2	1	1.16457E-09
ln X3	1	1.02051E-09
ln X4	1	4.35701E-10
ln X5	1	2.35758E-09
ln X6	1	2.00522E-09
ln X7	1	1.01885E-09
ln X8	1	1.10142E-10
ln X9	1	5.85715E-10

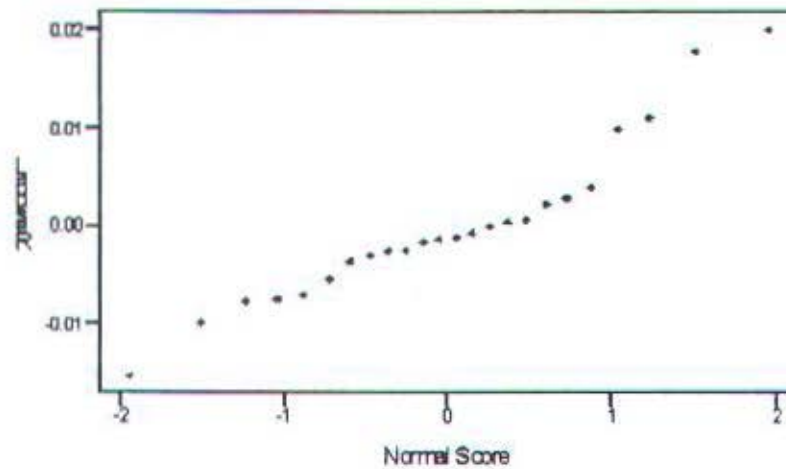


MEMERIKSA KENORMALAN DATA

Correlations (Pearson)

Correlation of RESI1 and C15 = 0.985

Normal Probability Plot of the Residuals
(response is ln (X1))



LAMPIRAN 8

(MODEL COBB-DOUGLAS)

MENYELESAIKAN KASUS MULTIKOLINEARITAS (PCA)

Data Display

Matrix M1

1.00000	0.95799	0.95804	0.95833	0.92676	0.73636	0.94097	0.50039
0.95799	1.00000	1.00000	0.99989	0.96738	0.77992	0.97832	0.54846
0.95804	1.00000	1.00000	0.99989	0.96755	0.77984	0.97832	0.54915
0.95833	0.99989	0.99989	1.00000	0.96742	0.77856	0.97853	0.54953
0.92676	0.96738	0.96755	0.96742	1.00000	0.82075	0.90475	0.54259
0.73636	0.77992	0.77984	0.77856	0.82075	1.00000	0.71082	0.34684
0.94097	0.97832	0.97832	0.97853	0.90475	0.71082	1.00000	0.54753
0.50039	0.54846	0.54915	0.54953	0.54259	0.34684	0.54753	1.00000
0.85782	0.90653	0.90663	0.90582	0.94404	0.85269	0.82850	0.39111

0.85782
0.90653
0.90663
0.90582
0.94404
0.85269
0.82850
0.39111
1.00000

Data Display

Matrix M2

-0.346512	0.025808	-0.276676	0.161492	-0.856304	-0.208222	-0.003792
-0.359253	0.001642	-0.166812	0.025665	0.179046	0.103149	0.378344
-0.359283	0.000829	-0.166273	0.024162	0.177833	0.102555	0.365534
-0.359220	-0.000463	-0.169372	0.024454	0.174444	0.108115	0.351218
-0.354514	0.045395	0.075393	-0.371251	-0.123432	0.723175	-0.436344
-0.299916	0.321853	0.737912	0.511001	-0.016240	0.021388	0.009860
-0.347348	-0.059349	-0.344677	0.366762	0.385609	-0.260957	-0.636874
-0.208252	-0.907119	0.344756	-0.045559	-0.037105	-0.106830	0.006606
-0.336295	0.259408	0.226788	-0.660712	0.084023	-0.566433	-0.061042

-0.002489 0.000587
-0.398132 0.705761
-0.406375 -0.708369
0.822274 -0.008252
-0.010759 0.004223
0.002374 -0.000539
-0.009096 0.005121
-0.000017 0.000723
0.002333 0.001352

C25

7.64204 0.75831 0.36912 0.12648 0.06683 0.03120 0.00588 0.00013
0.00000

Principal Component Analysis

Eigenanalysis of the Correlation Matrix

Eigenvalue	7.6420	0.7583	0.3691	0.1265	0.0668	0.0312
Proportion	0.849	0.084	0.041	0.014	0.007	0.003
Cumulative	0.849	0.933	0.974	0.988	0.996	0.999

Eigenvalue	0.0059	0.0001	0.0000
Proportion	0.001	0.000	0.000
Cumulative	1.000	1.000	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
C16	-0.347	0.026	-0.277	0.161	-0.856	-0.208
C17	-0.359	0.002	-0.167	0.026	0.179	0.103
C18	-0.359	0.001	-0.166	0.024	0.178	0.103
C19	-0.359	-0.000	-0.169	0.024	0.174	0.108
C20	-0.355	0.045	0.075	-0.371	-0.123	0.723
C21	-0.300	0.322	0.738	0.511	-0.016	0.021
C22	-0.347	-0.059	-0.345	0.367	0.386	-0.261
C23	-0.208	-0.907	0.345	-0.046	-0.037	-0.107
C24	-0.336	0.259	0.227	-0.661	0.084	-0.566

Variable	PC7	PC8	PC9
C16	-0.004	-0.002	0.001
C17	0.378	-0.398	0.706
C18	0.366	-0.406	-0.708
C19	0.351	0.822	-0.008
C20	-0.436	-0.011	0.004
C21	0.010	0.002	-0.001
C22	-0.637	-0.009	0.005
C23	0.007	-0.000	0.001
C24	-0.061	0.002	0.001

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	Median	Tr Mean	StDev	SE Mean
ln Y	24	12.909	12.887	12.907	0.058	0.012
ln X1	24	12.850	12.898	12.850	0.159	0.032
ln X2	24	11.167	11.156	11.167	0.163	0.033
ln X3	24	9.8458	9.8346	9.8451	0.1631	0.0333
ln X4	24	8.4589	8.4482	8.4581	0.1636	0.0334
ln X5	24	9.6900	9.6683	9.6886	0.0583	0.0119
ln X6	24	13.874	13.874	13.870	0.036	0.007
ln X7	24	12.935	12.943	12.936	0.301	0.061
ln X8	24	12.357	12.419	12.336	0.230	0.047
ln X9	24	18.053	18.067	18.051	0.103	0.021

Variable	Min	Max	Q1	Q3
ln Y	12.835	13.014	12.860	12.962
ln X1	12.644	13.055	12.685	13.008
ln X2	10.970	11.381	11.002	11.334
ln X3	9.6481	10.0591	9.6799	10.0121
ln X4	8.2617	8.6728	8.2930	8.6257
ln X5	9.6164	9.7950	9.6411	9.7432
ln X6	13.820	13.999	13.849	13.889
ln X7	12.598	13.241	12.644	13.228
ln X8	12.079	13.095	12.159	12.505
ln X9	17.877	18.258	17.964	18.115

Regression Analysis

The regression equation is

$$\ln Y = 12.9 - 0.0207 \text{ C94}$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	12.9089	0.0024	5335.74	0.000
C94	-0.0206770	0.0008940	-23.13	0.000

S = 0.01185 R-Sq = 96.0% R-Sq(adj) = 95.9%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.075147	0.075147	534.95	0.000
Error	22	0.003090	0.000140		
Total	23	0.078238			

LAMPIRAN 9

(MODEL COBB-DOUGLAS)

MENYELESAIKAN KASUS MULTIKOLINEARITAS (REGRESI GULUD)

DATA YANG SUDAH DISTANDARDKAN

Data Display

Row	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
1	-1.26214	-1.30094	-1.21251	-1.21231	-1.20548	-1.26190	-1.45834
2	-0.94323	-1.17617	-1.09039	-1.08659	-1.08321	-0.94298	-1.28544
3	-1.13183	0.18375	-1.16710	-1.16632	-1.15963	-1.13159	-1.10705
4	-0.84378	-1.13773	-1.05358	-1.05286	-1.04652	-0.84353	-0.95336
5	-1.04096	-1.22091	-1.13458	-1.13381	-1.12661	-1.04071	-0.70361
6	-0.81978	-1.07780	-0.91060	-0.91059	-0.90468	-0.82124	-1.07686
7	-0.77692	-0.89007	-0.80383	-0.81246	-0.80625	-0.77666	-0.54718
8	-1.00495	-1.20390	-1.11739	-1.11726	-1.11133	-1.00471	-0.37977
9	-0.80778	-0.92788	-0.84924	-0.84865	-0.91569	-0.80752	-0.25626
10	-0.60032	-0.77349	-0.69890	-0.69827	-0.69376	-0.60005	-0.20138
11	-0.67061	-0.82138	-0.74553	-0.74500	-0.74022	-0.67035	-0.09160
12	-0.55745	-0.67455	-0.60256	-0.60217	-0.59716	-0.55719	0.00446
13	-0.18710	0.42132	0.46454	0.46448	0.46663	-0.18854	-0.00652
14	0.09409	0.50198	0.55475	0.55475	0.55589	0.09438	0.06484
15	0.33584	0.63999	0.67747	0.67698	0.67756	0.33614	0.21578
16	0.46615	0.72821	0.76338	0.76277	0.76315	0.46645	0.15541
17	0.87936	0.87631	0.90758	0.90707	0.90743	0.87968	0.25695
18	0.70619	0.79942	0.83272	0.83207	0.83224	0.70479	0.34203
19	0.92394	1.03133	1.05854	1.05739	1.05783	0.92426	0.45181
20	1.08168	1.10884	1.13401	1.13282	1.13242	1.08201	0.64392
21	1.16570	1.17123	1.19476	1.19353	1.19356	1.16260	0.59177
22	1.51718	1.20715	1.22974	1.22910	1.22902	1.51924	3.44053
23	1.67664	1.24685	1.25919	1.26712	1.26692	1.67699	0.90190
24	1.80009	1.28844	1.30951	1.30821	1.30789	1.80044	0.99796

Row	C23	C24	C25
1	-1.11821	-1.20770	-1.70627
2	-1.04934	3.20567	-1.54872
3	-1.08294	-1.06568	-1.23654
4	-1.02938	-0.99185	-0.92923
5	-0.99411	-1.04006	-1.05371
6	-0.97083	-0.89110	-0.88741
7	-0.95819	-0.80120	-0.65401
8	-0.92059	-0.87850	-0.78822
9	-0.93955	-0.76341	-0.51397
10	-0.90629	-0.70956	-0.44492

11	-0.89132	-0.67829	0.08412
12	-0.86603	-0.67742	0.27862
13	0.92381	0.31496	-0.08996
14	0.94776	0.22723	0.26209
15	0.93578	0.37229	0.19499
16	0.95841	0.47826	0.51883
17	0.97271	0.41789	0.51592
18	0.96772	0.62158	0.43909
19	1.00299	0.58553	0.75126
20	0.97837	0.64807	0.63748
21	0.99001	0.67760	1.05079
22	1.01031	0.69541	1.45925
23	1.01829	0.72537	1.66153
24	1.02062	0.73493	1.99899

DATA> -0.000087 -0.0014 0.0022 0.00056 0.999 -0.00131 -0.000309 -0.000015
0.000061

DATA> end

MTB > set c41

DATA> 4.795830 4.795830 4.795831 4.795832 4.795832 4.795832 4.795828
4.795831 4.795832

DATA> end

MTB > print c40 c41

Data Display

Row	C40	C41
1	-0.000087	4.79583
2	-0.001400	4.79583
3	0.002200	4.79583
4	0.000560	4.79583
5	0.999000	4.79583
6	-0.001310	4.79583
7	-0.000309	4.79583
8	-0.000015	4.79583
9	0.000061	4.79583

MTB > let c42 = c40*c41

MTB > copy c42 m1

MTB > print m1 = NILAI (bz(0))

Data Display

Matrix M1

-0.00042
-0.00671
0.01055
0.00269
4.79104

```
-0.00628  
-0.00148  
-0.00007  
0.00029
```

```
MTB > trans m1 m2  
MTB > mult m2 m1 m3  
ANSWER = 22.9542  
MTB > let c43 = 9*0.000000003  
MTB > print c43
```

Data Display

```
C43  
0.0000000027
```

```
MTB > copy m3 c44  
MTB > let k1 = c43/c44  
MTB > print k1
```

Data Display

```
K1 0.0000000001  
MTB > print c44 = NILAI (bz(0))' (bz(0))
```

Data Display

```
C44  
22.9542
```

```
MTB > set c36  
DATA> (1) 24  
DATA> end  
MTB > copy c16 c17-c25 = NILAI Z  
MTB > trans m1 m2 = NILAI Z'  
MTB > mult m2 m1 m3 = MATRIK Z'Z  
ANSWER = 22.9542  
MTB > invert m3 m4 = INVERS Z'Z  
MTB > let k1 = 0.0000000001
```

```
MTB > read c80-c89  
DATA> 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0  
DATA> 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0  
DATA> 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0  
DATA> 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0  
DATA> 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0  
DATA> 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0  
DATA> 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0  
DATA> 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0  
DATA> 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0  
DATA> 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1  
DATA> end  
10 rows read.
```



```

MTB > copy c80-c89 m6
MTB > mult k1 m4 m5
MTB > add m6 m5 m7
MTB > invert m7 m8
MTB > print m8

```

Data Display

Matrix M8

```

0.999282 0.000001 0.000467 -0.000453 -0.000023 0.000011 -0.000001
0.000001 1.000000 -0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 -0.000000
0.000467 -0.000000 0.999677 0.000320 0.000008 -0.000005 0.000001
-0.000453 0.000000 0.000320 0.999675 0.000000 0.000005 -0.000001
-0.000023 0.000000 0.000008 0.000000 0.999992 0.000000 -0.000000
0.000011 0.000000 -0.000005 0.000005 0.000000 0.999999 0.000000
-0.000001 -0.000000 0.000001 -0.000001 -0.000000 0.000000 1.000000
0.000002 0.000000 -0.000001 0.000001 0.000000 -0.000000 0.000000
0.000000 -0.000000 -0.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
0.000001 -0.000000 -0.000001 0.000001 -0.000000 0.000000 0.000000

0.000002 0.000000 0.000001
0.000000 -0.000000 -0.000000
-0.000001 -0.000000 -0.000001
0.000001 0.000000 0.000001
0.000000 0.000000 -0.000000
-0.000000 0.000000 0.000000
0.000000 0.000000 0.000000
1.000000 -0.000000 -0.000000
-0.000000 1.000000 -0.000000
-0.000000 -0.000000 1.000000

```

```

MTB > copy c16 m9
MTB > mult m2 m9 m10
MTB > mult m4 m10 m11
MTB > print m11

```

Data Display

Matrix M11

```

1.00000
-0.00000
-0.00000
0.00000
-0.00000
-0.00000
0.00000
0.00000
-0.00000
-0.00000

```

```
MTB > mult m8 m11 m12
MTB > print m12
```

Data Display

Matrix M12 {

```
0.999282
0.000001
0.000467
-0.000453
-0.000023
0.000011
-0.000001
0.000002
0.000000
0.000001
```

```
MTB > trans m8 m13
MTB > mult m8 m4 m14
MTB > mult m14 m13 m15
MTB > let k2 = 1373504
MTB > let k3 = 0.000000003
MTB > mult k3 k2 k4
      Answer = 0.0041
```

```
MTB > set c37
DATA> 12.909007
DATA> 0.000001
DATA> 0.000467
DATA> -0.000453
DATA> -0.000023
DATA> 0.000011
DATA> -0.000001
DATA> 0.000002
DATA> 0.000000
DATA> 0.000001
DATA> end
```

```
MTB > copy c57 m16
MTB > trans m16 m17
MTB > subtr m8 m6 m18
MTB > trans m18 m19
MTB > mult m17 m19 m1
MTB > mult m18 m16 m2
MTB > mult m1 m2 k5
ANSWER =      0.0002
MTB > add k4 k5 k6
      Answer = 0.0043
MTB > sum c39
```

Column Sum

Sum of C39 = 0.12988

```
MTB > mult k4 m15 m20
MTB > print m20
```

Data Display

Matrix M20

2955.75	-2.11	-1921.36	1865.11	94.20	-44.41	3.53	-10.22
-2.11	0.09	1.16	-1.10	-0.14	-0.04	0.00	-0.00
-1921.36	1.16	1327.75	-1315.50	-31.52	22.16	-4.71	5.14
1865.11	-1.10	-1315.50	1336.38	-1.19	-21.98	4.32	-5.25
94.20	-0.14	-31.52	-1.19	34.01	-1.94	0.50	-0.40
-44.41	-0.04	22.16	-21.98	-1.94	0.00	-0.22	0.50
3.53	0.00	-4.71	4.32	0.50	-0.22	0.52	-0.03
-10.22	-0.00	5.14	-5.25	-0.40	0.50	-0.03	0.17
-1.40	0.00	0.96	-0.96	-0.01	-0.02	-0.00	0.00
-5.62	0.02	3.87	-4.15	0.05	-0.14	-0.14	0.07
-1.40	-5.62						
0.00	0.02						
0.96	3.87						
-0.96	-4.15						
-0.01	0.05						
-0.02	-0.14						
-0.00	-0.14						
0.00	0.07						
0.01	0.02						
0.02	0.26						

LAMPIRAN 10

(Penelusuran asumsi setelah dilakukan Analisis Komponen Utama)

MODEL COBB-DOUGLAS

MEMERIKSA KASUS HETEROKEDASTISITAS

Regression Analysis

C115 = nilai absolut residual

The regression equation is

$$C115 = 0.00798 - 0.000923 \text{ } C103$$

Predictor	Coef	StDev	T	P
Constant	0.007981	0.001635	4.88	0.000
C103	-0.0009228	0.0006043	-1.53	0.141

$s = 0.008012$ $R\text{-Sq} = 9.6\%$ $R\text{-Sq}(\text{adj}) = 5.5\%$

Analysis of Variance

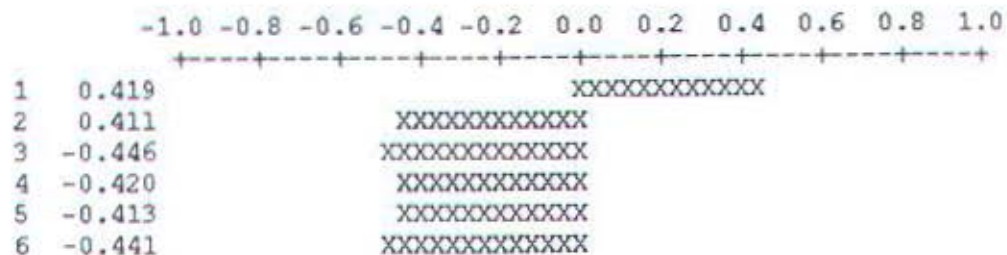
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00014966	0.00014966	2.33	0.141
Error	22	0.00141227	0.00006419		
Total	23	0.00156193			

MEMERIKSA KASUS AUTOKORELASI

```
MTB > acf c115
```

Autocorrelation Function

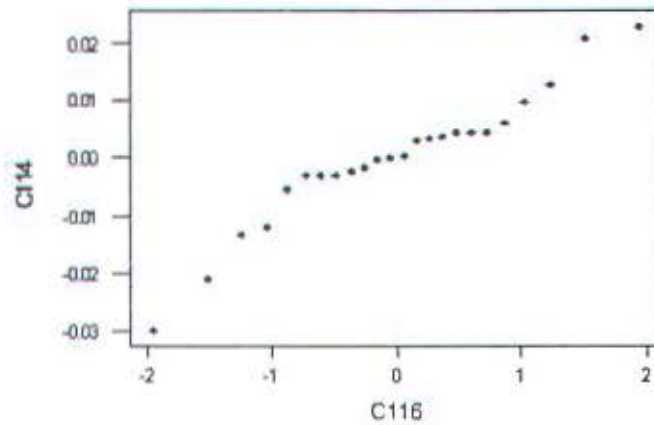
ACF of C115



MEMERIKSA KENORMALAN DATA

Correlations (Pearson)

Correlation of C114 and C116 = 0.964



Tabel Nilai kritis distribusi F

$f_{0,05}(v_1, v_2)$

v_2	v_1								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49
18	4,41	3,55	3,16	2,92	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88

Tabel Nilai kritis distribusi t

v	α				
	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,159
11	1,263	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,848
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,476	2,771
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
Inf.	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

Tabel Q-Q Plot Uji Distribusi Normal

Tabel quantile QQ Plot untuk signifikan level 10%, 5%, dan 1%

N	0,10	0,05	0,01
4	0,895	0,873	0,831
5	0,903	0,880	0,832
10	0,934	0,918	0,880
15	0,950	0,938	0,911
20	0,960	0,950	0,929
25	0,966	0,958	0,940
30	0,970	0,963	0,949
40	0,976	0,971	0,959
50	0,980	0,976	0,966
60	0,983	0,979	0,971
70	0,986	0,983	0,975
100	0,989	0,986	0,981
150	0,992	0,991	0,987
200	0,994	0,993	0,990

